



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROJECTE O TESINA D'ESPECIALITAT

Títol

GESTIÓN DE RIESGOS EN INVERSIONES MARÍTIMAS.

Autor/a

Elisabet Vigil Marin

Tutor/a

Sergi Saurí Marchan

Departament

Ingeniería del Transporte y Territorio

Intensificació

Transporte

Data

Octubre 2011

Agradecimientos

Son muchas las personas que de alguna u otra forma han contribuido a la redacción de la presente Tesina y a cumplir con el desafío que ello significó, por eso se merecen un lugar especial en este documento.

Primeramente me gustaría agradecer a todo el profesorado de la ETSECCPB la educación que han brindado y el mundo de conocimiento que han puesto a mi alcance dándome la oportunidad de aprender mucho más que una profesión. Y en especial, a mi tutor Sergi Saurí por la dedicación y el soporte que me ha transmitido durante la elaboración de esta tesina. Gracias por sus consejos y palabras de apoyo cuando el camino parecía no tener salida; por su paciencia y buena disposición en todo momento.

En segundo lugar me gustaría agradecer a mi familia el apoyo que me han brindado, no sólo para desarrollar este trabajo, sino a lo largo de mi vida. Especialmente a mi madre, María, mi padre José y mis hermanos, que me han ayudado a mantenerme de pie cuando me han faltado las fuerzas, que me han aconsejado y querido incondicionalmente haciendo posible que me convirtiese en la persona que soy hoy en día.

También me gustaría agradecer a todos mis compañeros por los magníficos años que hemos compartido. Todos ellos han hecho posible que la experiencia universitaria, aparte de ser una gran experiencia educativa, haya sido una increíble experiencia vital.

Finalmente, a mis amigos, porque hacen que mi vida sea simplemente mejor, y a mi pareja, por enseñarme que los límites solo son límites si permites que lo sean.

RESUMEN

Autora: Elisabet Vigil Marín

Tutor: Sergi Saurí Marchan

Palabras clave: *Sector marítimo, Opciones reales, ciclo marítimo, métodos de evaluación económica, demanda, volatilidad.*

El *sector marítimo* es uno de los pilares de nuestra economía actual, pero nos encontramos con una serie de dificultades a la hora de estudiarlo, ya que opera en un entorno global sujeto a un gran número de variables con mucha incertidumbre. En este contexto, la decisión de *inversión* en este sector puede llegar a ser muy complicada, debido a la flexibilidad del mismo y a la *volatilidad* de las variables que intervienen. Por ese motivo es muy importante la elección correcta del método de evaluación de la inversión y el entendimiento del efecto que tiene la volatilidad de las variables que intervienen en cálculo del rendimiento esperado.

En la presente tesina se estudia el problema de *inversiones* bajo condiciones de incertidumbre aplicándolo en el *sector marítimo* y cómo afecta la volatilidad de la *demanda* al rendimiento de la inversión.

El estudio comienza, con el análisis de las características más relevantes del sector marítimo, así como las diferentes variables que lo caracterizan. Para entender mejor el funcionamiento del sector se ha realizado un estudio del *ciclo marítimo*, tanto histórico como de funcionamiento de sus diferentes partes.

En un segundo bloque se han estudiado los *métodos de valoración* más importantes para inversiones centrándonos en la comparación de los métodos tradicionales y los dinámicos, en especial con el método de Opciones Reales, con el fin de encontrar el más adecuado para el sector marítimo. El método de las Opciones Reales, muy desconocido actualmente, nos permite valorar la flexibilidad que posee un proyecto, permitiendo al evaluador capturar numéricamente el valor de las diferentes estrategias posibles. Por lo tanto, el método no solo permite elegir entre invertir o no invertir, sino también ayuda en la toma de decisiones sobre la elección más adecuada de las opciones disponibles del proyecto (abandonar, esperar, etc.). La última parte de este bloque es la aplicación de diferentes métodos de valoración a un caso real, para poder comparar los resultados obtenidos.

A continuación, y mediante la simulación de varios escenarios se estudia el impacto de la volatilidad de la demanda al rendimiento de las inversiones en el sector marítimo en función del nivel de rendimiento unitario de TEU transportada. Mediante este análisis se estudia la probabilidad de obtener rendimientos negativos cuando la demanda sigue diferentes funciones y distribuciones para entender la importancia de la desviación de una variable en el resultado económico esperado. Igual que el apartado anterior, se aplica los métodos estudiados a un caso práctico basado en el estudio histórico de la demanda del transporte marítimo.

Por último, se realiza un análisis crítico de todo el trabajo que se traduce en un listado de conclusiones que dan por finalizada la tesina. En el listado se detallan también las posibles mejoras y líneas de investigación futuras.

ABSTRACT

Author: Elisabeth Vigil Marin

Tutor: Sergi Saurí Marchan

Keywords: *Maritime industry, Real Options, maritime cycle, methods of economic evaluation, demand, volatility.*

The shipping industry is one of the pillars of our economy, but we found a number of difficulties to study it, because it operates in a global environment subject to a number of variables with a lot of uncertainty. In this context, the decision to invest in this sector can be very complicated, due to the flexibility of it and the volatility of the variables involved. For this reason it is very important choosing the correct method of investment estimation and understanding the volatility's effect of the variables involved in calculating the expected return.

In this thesis we study the problem of investment under uncertainty by focusing on the shipping industry and how the demand volatility affects on the investment estimation.

The study begins with an analysis of the major characteristics of the shipping industry and the different variables that characterize it. To better understand the functioning of the sector has made a study of the maritime cycle, historical and functional.

In a second part, have been studied the most important valuation methods for investments, focusing on the comparison of traditional and dynamic methods, especially the real options method, in order to find the right one for the maritime sector. The real options method can appreciate the flexibility that a project has, enabling the evaluator to capture numerically the value of different strategies. Therefore, the method not only allows us to choose between investing or not investing, also helps in making decisions about the most appropriate choice of the options available for the project (give up, wait, etc.). The last part of this part is the application of different valuation methods to a real case in order to compare the results.

Then, by simulating various scenarios we study the impact of demand volatility on investment performance in the maritime sector in terms of unit performance level TEU transported. This analysis examines the probability of negative returns when demand follows different functions and distributions to understand the importance of the deviation of a variable in the economic result to expect. Like the previous section, the methods applied to a practical case study based on the historical study of the demand for shipping.

Finally, have been written a critical analysis of all the work and a list of conclusions which we conclude the thesis. The list also details possible improvements and future research lines.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	3
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 OBJETIVOS GENERALES.....	5
1.3 ORGANIZACIÓN DE LA TESINA	5
CAPÍTULO 2: EL SECTOR MARÍTIMO	7
2.1 VISTA GENERAL DEL SECTOR	7
2.1.1 <i>Demanda</i>	8
2.1.2 <i>Oferta</i>	13
2.1.3 <i>Equilibrio</i>	17
2.2 LOS CUATRO MERCADOS MARÍTIMOS	22
2.2.1 <i>El mercado de fletes</i>	22
2.2.3. <i>Mercado de nueva construcción</i>	27
2.2.4 <i>El mercado de demolición</i>	27
2.3 COSTES EN EL SECTOR MARÍTIMO	28
2.3.1 <i>Los costes de operación</i>	28
2.3.2 <i>Los costes de mantenimiento</i>	28
2.3.3 <i>Los costes de viaje</i>	29
2.3.4 <i>Los costes de capital</i>	29
2.3.5 <i>Los costes de unitarios</i>	29
2.3.6 <i>Factores que determinan el coste</i>	29
CAPÍTULO 3: EL CICLO MARÍTIMO.....	35
3.1 INTRODUCCIÓN	35
3.2 CLASES DE CICLOS	37
3.2.1. <i>Ciclos a largo plazo</i>	38
3.2.2 <i>Ciclos a corto plazo</i>	38
3.2.3 <i>Ciclos estacionales</i>	40

3.3 EVOLUCIÓN DE LOS CICLOS MARÍTIMOS.....	40
3.4 LONGITUD DE LOS CICLOS MARÍTIMOS.....	41
3.5 VOLATILIDAD	43
3.6 ESTUDIO HISTÓRICOS DE LOS CICLOS MARÍTIMOS	44
3.6.1 Ciclos de los buques a vela (del 1 al 7 -1741/1869-).....	44
3.6.2 Ciclos de los mercados en régimen tramp (8 al 14 -1869/1936-).....	45
3.6.3 Ciclos de los mercados a granel (del 15 al 22 -1945/2008-).....	46
3.6.4 La crisis actual (desde 2008 hasta la actualidad).....	48
3.7 LA VOZ DE LA RAZÓN: ACTUAR ANTI CÍCLICAMENTE.....	49
3.8 EL FACTOR HUMANO.....	50
3.9 PREDICCIÓN DE LOS CICLOS MARÍTIMOS	51
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE INVERSIÓN.....	55
4.1 INTRODUCCIÓN.....	55
4.2 ESTRATEGIAS.....	56
4.2.1 Análisis de flujo de descuento de caja, DFC.....	56
4.2.2 Opciones Reales	59
4.2.3 Comparación entre VAN y la Teoría de las Opciones Reales.....	80
CAPÍTULO 5: CASO PRÁCTICO.....	83
5.1 FACTORES.....	83
5.2 EJEMPLO CASO PRÁCTICO	84
5.2.1 Recopilación histórica de demanda y fletes para ver la evolución.....	85
5.2.2 Estudio del mercado y expectativas de futuro.	85
5.2.3 Definición de los posibles escenarios con sus estimaciones pertinentes	86
5.3 CÁLCULOS PREVIOS Y MÉTODO TRADICIONAL	87
5.3.1 FLUJOS DE CAJA.....	87
5.3.2 Inversión.....	88
5.3.3 Tipo de descuento.....	88
5.3.4 Valoración de las variables fijas	88
5.3.5 Cálculo.....	89
5.4 OPCIONES REALES.....	90

5.4.2 Opción de abandono.....	92
5.4 RESULTADOS	94
CAPÍTULO 6: TIPOS DE RIESGO Y EFECTO DE LA VOLATILIDAD DEMANDA	97
6.1 INTRODUCCIÓN	97
6.2 LOS FACTORES DE RIESGO Y SUS FUENTES	98
6.3.1 Riesgo operacional.....	98
6.3.2 Riesgo político.....	98
6.3.3 Crédito.....	99
6.3.4 Riesgo del precio	99
6.4.1 El origen de las fluctuaciones	100
6.5 EL MERCADO DEL PETRÓLEO	101
6.5.2 El origen de las fluctuaciones	102
6.6 EFECTO DE LA VOLATILIDAD DE LA DEMANDA.....	102
6.6.1 Estudio de escenarios.....	102
6.6.2 Demanda Continua.....	108
6.6.2 comparativa.....	111
6.6.3 Caso práctico.....	112
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES	117
BIBLIOGRAFÍA.....	121
ANEXO.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Relación entre la producción industrial y el volumen de tráfico marítimo.....	10
Figura 2.2. Función demanda.....	12
Figura 2.3. Flota mundial desde 1980-2008 de buques mercantes de 100TB o más.....	14
Figura 2.4: Función oferta para un buque.....	15
Figura 2.5: Función oferta para varios buques.....	16
Figura 2.6 Equilibrio momentáneo.....	18
Figura 2.7: Oferta a corto plazo.....	19
Figura 2.8: Demanda corto plazo.....	20
Figura 2.9: Equilibrio a corto plazo.....	20
Figura 2.10: Movimientos en el mercado de compra y venta de buques.....	25
Figura 3.1 El ciclo marítimo simplificado.....	36
Figura 3.2: Ciclos a corto y largo plazo y estacionales.....	37
Figura 3.3 Etapas del ciclo marítimo a corto plazo.....	40
Figura 3.4 Evolución de los ciclos marítimos.....	41
Figura 3.5: Mercado de contenedores, Variación de la oferta y la demanda.....	49
Figura 4.1. Reticulado binomial del activo subyacente	62
Figura 4.2: Árbol binomial con cinco oportunidades de ejercicio.....	76
Figura 4.3 Incertidumbre vs. Valor según las diferentes metodologías	81
Figura 5.1: Captura pantalla del programa SLS para la opción de abandono.....	93
Figura 5.2: Captura pantalla del programa SLS para la opción de abandono mediante árboles de decisión.....	95
Figura 6.1: Desviación lineal de la demanda lineal.....	105
Figura 6.2: Desviación exponencial de la demanda lineal.....	106
Figura 6.3: Desviación exponencial de la demanda constante.....	109
Figura 6.4: Comparación de los escenarios.....	110
Figura 6.5: Tráfico Marítimo Mundial.....	111
Figura 6.6 Regresión lineal de la demanda mundial.....	114

ÍNDICE TABLAS

Tabla 3.1 Longitud ciclos marítimos.....	42
Tabla 3.2. Variación interanual de las tasas de los fletes.....	42
Tabla 3.3: Características de los ciclos 1-7.....	44
Tabla 3.4: Características de los ciclos 8-14.....	45
Tabla 3.5: Características de los ciclos 15-22.....	46
Tabla 4.1: Valor de la flexibilidad operativa.....	64
Tabla 4.2: Parámetros para el cálculo de una opción de compra “call”.....	64
Tabla 4.3: Influencia de algunas variables en el valor de una opción de compra	66
Tabla 4.4: relación entre VAN, VAN actualizado y $\sigma^2 \cdot t$	69
Tabla 4.5. Métodos de valoración según el tipo de opciones.....	71
Tabla 4.6: relación entre VAN, VAN _t , delta y Gamma	73
Tabla 4.7: Diferencias entre el VAN y las Op. Reales.....	80
Tabla 4.8: Relación entre Incertidumbre, Flexibilidad y metodología aconsejada.....	81
Tabla 5.1: Resumen datos del anejo 1, entre el Hub y el puerto A.....	85
Tabla 5.2: Estrategia.....	85
Tabla 5.3: Demanda TEU/semana.....	85
Tabla 5.4: Fletes TEU.....	86
Tabla 5.5: crecimiento de los posibles escenarios.....	86
Tabla 5.6: Parámetros fijos.....	88
Tabla 5.7: Flujos de caja esperados.....	90
Tabla 5.8: Valor esperado del proyecto, desviación y volatilidad.....	90
Tabla 5.9: Parámetros para la utilización de opciones.....	91
Tabla 5.10.: Valor de la Call según la volatilidad.....	92
Tabla 6.1: VAN y σ^2 en función de θ_0 (Caso 1).....	105
Tabla 6.2: Probabilidad de que VAN(θ)=0.....	106
Tabla 6.3: VAN y σ^2 en función de θ_0 (Caso 2).....	107
Tabla 6.4: Probabilidad de que VAN(θ)=0.....	107
Tabla 6.5: VAN y σ^2 en función de θ_0 (Caso 3).....	108
Tabla 6.6: Probabilidad de que VAN(θ)=0.....	108
Tabla 6.7: VAN y σ^2 en función de θ_0 (Caso 4).....	110
Tabla 6.8: Probabilidad de que VAN(θ)=0.....	110
Tabla 6.9: : VAN y σ^2 en función de θ (Caso histórico).....	114
Tabla 6.10: Probabilidad de que VAN(θ)=0.....	114
Tabla 6.11: Probabilidad de los rendimientos.....	114

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En este capítulo se explica el tema de estudio, la organización y los objetivos que se pretenden alcanzar con la realización de esta Tesina entre otros.

1.1 INTRODUCCIÓN

El transporte marítimo es de gran relevancia para el desarrollo económico de un país. Dado que más del 80% del volumen del comercio mundial de mercancías es transportado por vía marítima, el transporte marítimo es el pilar en que se apoyan el comercio internacional y la integración regional.

En su libro, *La Historia Económica de la Población Mundial*, Carlo Cipolla sugiere que el sector del transporte ha sido uno de los principales responsables de las fuerzas de cambio del mundo; de un sistema esencialmente nacional, a la economía global que existe hoy en día. La idea de la navegación como el catalizador del desarrollo económico no es nueva. Adán Smith, por muchos considerado como el padre de la economía moderna, consideraba el transporte marítimo como uno de los peldaños hacia el crecimiento económico. Este autor, consideraba el transporte marítimo como fuente

de transporte barato que se puede abrir mercados más amplios a la especialización, por el transporte que ofrecen, incluso para los más cotidianos productos a precios muy inferiores a los que se puede lograr por otros medios

La industria del sector marítimo es un negocio muy complejo y vital para la economía tal y como la conocemos hoy en día. Sin el transporte marítimo, una mitad del mundo moriría de hambre y la otra mitad de frío (IME, 2009).

Además de ser muy importante por el tanto por ciento del volumen total manejado, otros factores, como por ejemplo la seguridad, la eficiencia o el respeto con el medio ambiente, hacen al transporte marítimo una modalidad de transporte esencial.

Es el medio de transporte que presenta la tasa de accidentes con pérdida de vidas humanas por kilómetro más baja, 1,4 muertes por cada 100 millones de pasajeros/km. Teniendo en cuenta que para carretera es 100 y para ferrocarril 40, se puede decir que es el medio de transporte más seguro. Es también el transporte que produce menor consumo de energía y contaminación de la atmósfera por tonelada-kilómetro transportada, con lo que podemos asegurar que es respetuoso con el medio ambiente. Es eficiente y competitivo, tanto que en la mayoría de veces el coste de transporte representa prácticamente un porcentaje marginal del precio del producto total.

Por esto, y otros motivos, el sector marítimo es uno de los pilares de nuestra economía actual, pero nos encontramos con una serie de dificultades a la hora de estudiarlo ya que es un negocio muy complejo. Se encuentra expuesto a una demanda extremadamente volátil y difícil de predecir ya que depende de factores externos como los ciclos económicos, precio de otros transportes o los desastres naturales; y a una oferta inelástica a corto plazo debido a que la construcción de nuevos buques no es inmediata, sino que puede llegar a tardar hasta 2 años. Todo esto hace que el nivel de fletes sea muy poco regular y difícil de acotar. Si además de todo esto, tenemos en cuenta los diferentes factores exógenos que influyen en el mercado marítimo, como por ejemplo guerras o cierre de canales de paso, nos damos cuenta que el sector marítimo es un sector muy difícil de predecir y con mucha flexibilidad.

Con la finalidad de captar esa flexibilidad inherente del sector, en esta Tesina se valora el uso de métodos de valoración dinámicos en el estudio de la inversión en el sector marítimo, ya que por las características del sector, poco previsible y volátil, los métodos tradicionales no son capaces de expresar las opciones disponibles, infravalorando la inversión.

1.2 OBJETIVOS GENERALES

El objetivo principal de esta tesina es estudiar el sector marítimo para entender su funcionamiento con tal de conseguir unos conocimientos de la industria que nos ayude a la toma de decisiones a la hora de invertir en este sector y conocer cómo afecta la incertidumbre de los factores en la inversión marítima.

Los objetivos específicos se enumeran a continuación:

- 1) Descripción del estado del arte del ciclo marítimo, tanto del punto de vista histórico- evolución de éste a lo largo de la tiempo-, como desde el punto de vista funcional – analizar su composición y comportamiento, y las posibilidad de previsión de éste-.
- 2) Descripción de los principales sistemas de evaluación de inversión actuales, con el objetivo de encontrar el más adecuado para el sector marítimo y su aplicación en un caso real.
- 3) Análisis del efecto de la volatilidad de la demanda, tanto desde el punto de vista teórico, como práctico, para encontrar la importancia de esta volatilidad en el valor esperado de una inversión en el sector marítimo.

1.3 ORGANIZACIÓN DE LA TESINA

La siguiente tesina se compone de los siete capítulos resumidos a continuación.

Capítulo 1:

El capítulo 1 es la introducción general a esta tesina, se define el problema a estudiar, y el objetivo que se quiere conseguir. Además se explica la organización de la misma en los diferentes capítulos que la conforman.

Capítulo 2:

Este capítulo desarrolla los rasgos más importantes de la industria del transporte marítimo en general. Se ha redactado un resumen de las principales características del sector, con fin de entender el comportamiento de las variables.

Capítulo 3:

En este capítulo se estudia en profundidad el ciclo marítimo, intentado entender las características principales y las tendencias del transporte marítimo (históricas y presentes), relacionadas con la actividad, tanto en volumen como en precios.

Capítulo 4:

En el capítulo 4 se estudian los diferentes métodos de evaluación de proyectos de inversión existentes en la actualidad y se comparan con el fin de escoger el más adecuado para el sector del transporte marítimo. Se centra en el estudio de las opciones reales, un método que aunque ampliamente conocido es poco utilizado por la complejidad del mismo.

Capítulo 5:

El capítulo 5 es un caso de inversión en el sector marítimo donde se utilizan los métodos estudiados en el capítulo anterior y se comparan resultados.

Capítulo 6:

En este capítulo se estudia el efecto de la volatilidad de la demanda en los proyectos de inversión del sector marítimo. Se analiza primero teóricamente y después modelando diferentes escenarios para ver efecto de ésta.

Capítulo 7:

Por último, en este capítulo, capítulo final, se realiza un análisis crítico de todo el trabajo que se traduce en un listado de conclusiones que dará por finalizada la tesina.

CAPÍTULO 2: EL SECTOR MARÍTIMO

Este capítulo desarrolla los rasgos más importantes de la industria del transporte marítimo en general. Se ha redactado un resumen de las principales características del sector, con fin de entender el comportamiento de las variables.

2.1 VISTA GENERAL DEL SECTOR

El sector del transporte marítimo se podría situar entra dentro del sector terciario, servicios, ya que nos ofrece la posibilidad de transportar cargas por el mar.

A lo contrario de otras industrias como por ejemplo de automovilística, farmacéuticas o productoras de bienes en general, que pueden tener una patente o una marca fuerte con la que influir el precio del producto, la industria del sector marítimo no tiene tanto poder a la hora de influir en el precio.

Debemos tener en cuenta que casi todas las empresas presentan un producto prácticamente igual. A pesar de que existen diferencias entre estos, velocidad, tamaño, trayectoria de la empresa, etc. el factor más importante a la hora de contratar el servicio de una de estas empresas es sin duda el precio.

El sector del transporte marítimo está muy fragmentado, la mayoría de empresas solo disponen de uno o dos buques con lo que el precio se marca por competencia casi perfecta, con lo que los dueños no tienen casi ningún poder a la hora de decidir los precios, aunque recientemente se ha observado la tendencia de intentar formar alianzas o compañías donde las ganancias son compartidas con tal de ganar una posición más fuerte en este mercado tan competitivo.

Otro factor de este sector que contribuye a la competencia casi perfecta es que las barreras o dificultades para entrar en el negocio son muy bajas, con lo que nuevos agentes están entrando y saliendo sin casi ninguna dificultad.

Una de las grandes características de este sector es que tiene una oferta prácticamente inelástica a corto plazo, con lo que en épocas de mucha demanda (expansiones económicas, eventos puntuales, etc.) cuando que el tonelaje disponible es menor al que se desea, los precios de los fletes se disparan, aumentando la rentabilidad de forma espectacular. Pero cuando se produce lo contrario, es decir, existe un sobre tonelaje disponible, es posible que los buques operen cerca del coste de operación o incluso con pérdidas, con lo que muchos propietarios deciden vender buques.

Esta volatilidad tanto en demanda como en fletes es la causante de la dificultad del análisis de inversión en este sector.

Para poder entender el funcionamiento de los fletes del sector marítimo nos centraremos en estudiar brevemente las partes que lo determinan: la oferta y la demanda. Una vez estudiadas, veremos cómo se produce el equilibrio entre ambas y los tipos de equilibrio que se pueden dar.

2.1.1 DEMANDA

Entendemos como la demanda de transporte marítimo como la cantidad total de intercambios comerciales que son transportados por mar por un consumidor o conjunto de consumidores, en un momento determinado. Dado que el transporte marítimo es tan abundante, suele evaluarse en toneladas (tm) o, en el caso del transporte de contenedores, mediante TEU (la capacidad de carga de un contenedor normalizado de 20 pies).

Debemos diferenciar entre la “demanda efectiva”, que es la definida anteriormente, y la “demanda potencial y no atendida” que se da en algunas ocasiones y que consiste en la cantidad de bienes que los consumidores desearían transportar pero no es posible por falta de los buques necesarios.

En la función de demanda, cinco son los factores que principalmente influyen en ella:

1. La economía mundial
2. Transporte marítimo de productos básicos
3. Distancia media
4. Sucesos aleatorios
5. Costes de transporte

1. La economía mundial

Sin lugar a dudas, el factor más importante en la demanda de transporte marítimo es la economía mundial.

Como se verá en el apartado del ciclo marítimo existe una fuerte correlación entre la evolución de la economía mundial y la demanda de transporte marítimo. Dentro de la variación de demanda podemos diferenciar dos causas: las variaciones debidas al ciclo económico y las variaciones debidas a las variaciones de comercio.

Las variaciones de demanda debidas al ciclo económico se basan en que en épocas de expansión económica, el aumento de actividad industrial genera un crecimiento de intercambios comerciales por mar, ya que son necesarios más materias primas y energía, que conlleva un aumento de los fletes. Por lo contrario, en épocas de crisis o recesión, se reduce la actividad industrial y con ella el comercio internacional, precisándose menos buques para el transporte marítimo. Con todo esto, se puede decir que los ciclos económicos, crean unos ciclos en la demanda de mercancías.

En la siguiente figura, 2.1, podemos observar la relación entre la producción industrial (OCDE) y el volumen de tráfico marítimo en tm. y el PIB mundial en el periodo 1994-2007. Se toma como valor de referencia el valor del año 1994 (1994=100).

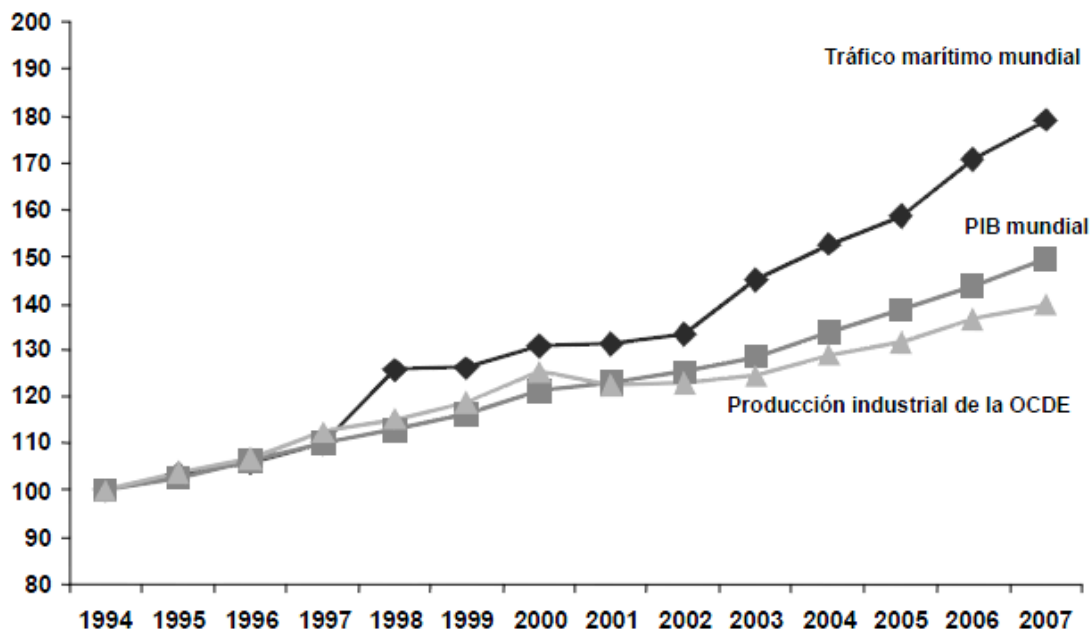


Figura 2.1. Relación entre la producción industrial y el volumen de tráfico marítimo (UNCA, 2008)

Como se puede observar, existe una notable correlación, entre las tasas anuales de variación de la demanda global de transporte marítimo y la producción industrial de los países de la organización para la cooperación y desarrollo económico (OCDE).

Las variaciones de demanda debidas a las variaciones de comercio tienen en cuenta factores externos, como por ejemplo guerras, aumentos repentinos del precio de determinados productos (como por ejemplo petróleo) que causan de repente un cambio de demanda importante.

2. Transporte marítimo de productos básicos

Este segundo factor es importante porque representa un tanto por ciento muy elevado de la demanda total y porque siempre se produce. Los cambios de demanda de los productos básicos se debe dividir en dos partes: cambios a corto plazo y cambios a largo plazo.

El estudio de los cambios a corto plazo del transporte de este tipo de productos tiene en cuenta la estacionalidad de algunos productos. Muchos productos agrícolas están sujetos a las variaciones de las estaciones. Otro producto que sufre este proceso de

estacionalidad es el petróleo; en el hemisferio norte el petróleo transportado en otoño e invierno es muy superior al transportado en verano y primavera.

A largo plazo el estudio del transporte marítimo de productos básicos nos informa de cómo van variando los puntos de producción de estos productos y donde se demandan y el volumen que se transporta.

3. Distancia media

La demanda de transporte está determinada por una precisa matriz de distancias que determina el tiempo que tarda el buque a completar el viaje. Cuando se produce una variación importante de esta matriz, la variación de los precios puede ser cuantiosa, causando una variación de la demanda tanto a corto como a largo plazo.

Este factor es muy importante por ejemplo cuando se produce la abertura/cierre de algún canal ya que la distancia que han de recorrer los productos puede cambiar importantemente, variando su demanda, ya que los costes pueden dispararse; como por ejemplo con el cierre del Canal de Suez que casi dobló la distancia que debía recorrer el petróleo desde el golfo arábigo hasta Europa, causando un incremento espectacular en el precio de los fletes.

4. Sucesos inesperados

Como sucesos inesperados entendemos a esos hechos que afectan al mercado marítimo de forma severa. Se diferencian de los ciclos porque están provocados principalmente por un hecho puntual, guerras, cambios climáticos, aumentos de precios de algún producto, etc.

Dentro de este factor tendríamos por ejemplo las crisis del petróleo donde se aumentó increíblemente el precio de este producto, distorsionando el mercado marítimo o por ejemplo la nacionalización de los yacimientos de petróleo del Líbano.

5. Costes de transporte

La mayoría de factores anteriores repercuten en este aspecto, los costes del transporte. Si por algún motivo el precio del transporte marítimo varía significativamente eso implicaría una variación en la demanda también. Los costes de transporte son más

importantes todavía cuando existe una ruta alternativa con otros medios (carretera, ferrocarril, etc.).

2.1.1.1 FUNCIÓN DE LA DEMANDA

En la siguiente figura, figura 2.2 se puede ver la forma de la función de la demanda.

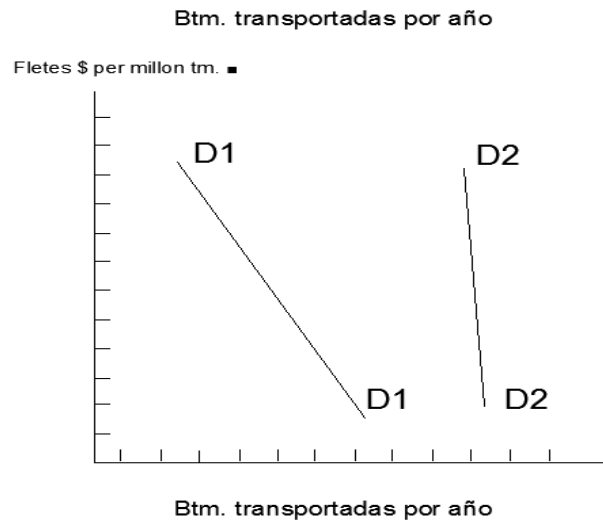


Figura 2.2. *Función demanda*

Esta función de demanda nos muestra como varia el tonelaje transportado en función del precio de transporte. Cuanto más vertical sea la función, más inelástica será; esto quiere decir que aunque los fletes aumenten mucho el volumen transportado no disminuirá demasiado. La curva de demanda D2, representa una de demanda muy inelástica, es la típica de la mayoría de productos básicos ya que no existen medios alternativos para trasladarlos estos productos en muchos casos.

Se conoce con el nombre de elasticidad de la demanda, la intensidad con que el consumidor responde a un cambio de precio. La demanda puede variar, teóricamente, del cero al infinito. El valor de demanda igual a la unidad, es el que separa las demandas elásticas de las inelásticas o rígidas.

Podemos calcular la elasticidad de la demanda con la siguiente fórmula:

$$Ed = \frac{\% \Delta \text{ en la cantidad demandada}}{\% \Delta \text{ en el precio}} \quad (2.1)$$

Se dice que una demanda es elástica cuando el porcentaje de cambio de la unidad demandada es mayor que el porcentaje de cambio de precio.

Se dice que la demanda es inelástica o rígida cuando el porcentaje de cambio de la cantidad demandada es inferior al porcentaje de cambio de precio y que la demanda tiene una elasticidad igual a la unidad cuando el porcentaje de cambio de precio es igual al de la cantidad.

2.1.2 OFERTA

La oferta de un producto se define como la cantidad de bienes o servicios que los productores están dispuestos a ofrecer a un precio dado en un momento determinado. En el nuestro sector de estudio esta definición puede ser un poco más compleja, ya que la oferta no se adapta rápidamente a los cambios de demanda.

En el sector marítimo la oferta se debe dividir en corto y largo plazo, ya que una vez se ha realizado un pedido de un buque este puede llegar a tardar hasta 2 años en ser entregado, con lo que a corto plazo la oferta es casi inelástica, pero una vez construido la vida media de los navíos va de 15 a 30 años.

Igual que en el apartado de la demanda, tenemos 5 factores que influyen la oferta:

1. La flota mundial
2. La productividad de la flota
3. La producción de buques
4. El desguace de buques
5. Los precios de los fletes

1. La flota mundial

Es el factor más importante de la oferta ya que nos determina la capacidad total de carga que podemos transportar.

La variación de la flota anual en tonelaje se determina por el aumento de tonelaje que aportan los buques que entran en el mercado menos la cantidad de tonelaje que desaparece cuando se desguace un buque ya existente.

En el siguiente figura, figura 2.3 podemos ver la evolución de la flota mundial desde 1980 hasta 2008, para buques mercantes de 100 TB o más, clasificados por tipos de buques.

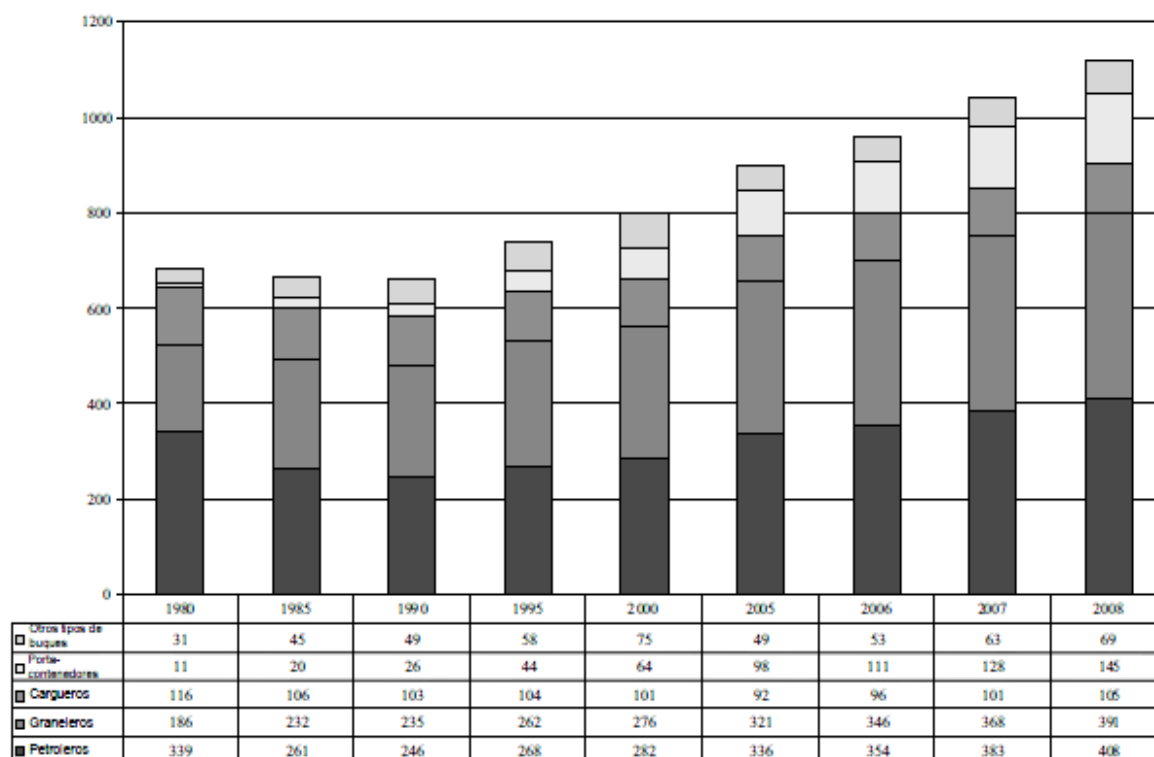


Figura 2.3. Flota mundial desde 1980-2008 de buques mercantes de 100TB o más (UNCTAD, 2008)

2. La productividad de la flota

Definiremos la productividad de cada buque como el total de toneladas por millas transportadas por año, dividido por el tonelaje de peso muerto total del buque.

Este elemento nos da un poco de flexibilidad al factor flota mundial (tonelaje). Cuando la demanda mundial aumenta las navieras tienden a aumentar también la productividad de los buques para poder llevar más carga, y cuando la demanda disminuye, muchos barcos no pueden llenarse, con lo que la productividad disminuye.

3. La producción de buques

Este es factor juega un papel muy importante en la oferta, ya que es el que nos ofrece aumentar la capacidad de tonelaje ofrecida; pero como ya hemos comentado estos ajustes no se dan rápidamente y existe un periodo de tiempo entre el pedido del barco y la entrega de éste (normalmente entre 2 y 3 años).

4. Desguace de buques

Este es el factor que nos permite quitar de forma definitiva buques del mercado. Pero hay que tener en cuenta que predecir de forma exacta la edad en que el buque será desguazado no es una tarea sencilla ya que existen muchos factores en tener en cuenta como por ejemplo: expectativas económicas, obsolescencia tecnológica, etc. Pero sin lugar a dudas el factor más importante es la edad. A medida que pasa el tiempo el deterioro de los barcos aumenta y con ello los costes de mantenimiento y reparaciones.

5. Los precios de los fletes

Este factor se puede considerar el motivador para atraer a nuevos operadores al sector naviero, para ajustar la capacidad a corto plazo y para reducir costes a largo plazo.

2.1.2.1 FUNCIÓN DE LA OFERTA

En la figura 2.4 se observa la forma de la función oferta para un barco individual.

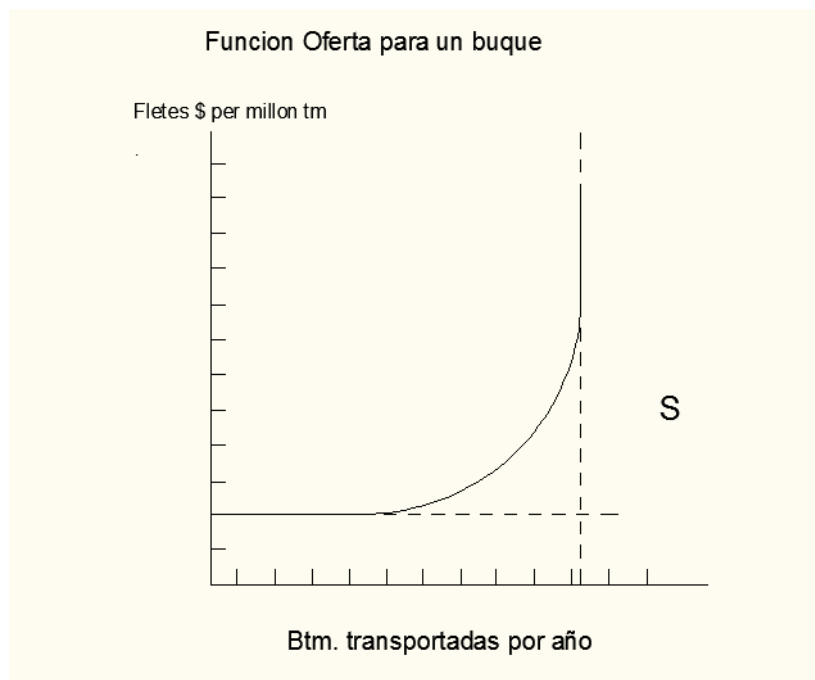


Figura 2.4: *Función oferta para un buque*

Como podemos observar, cuando el precio por tonelada baja de un determinado precio, que depende de cada tipo de barco, el propietario prefiere no operar, ya que no le saldría rentable.

Si estudiamos la función de oferta varios buques del mismo tipo que el gráfico anterior, pero de edades diferentes (con lo que queremos decir que tiene eficiencias diferentes), obtenemos la siguiente figura, Figura 2.5:

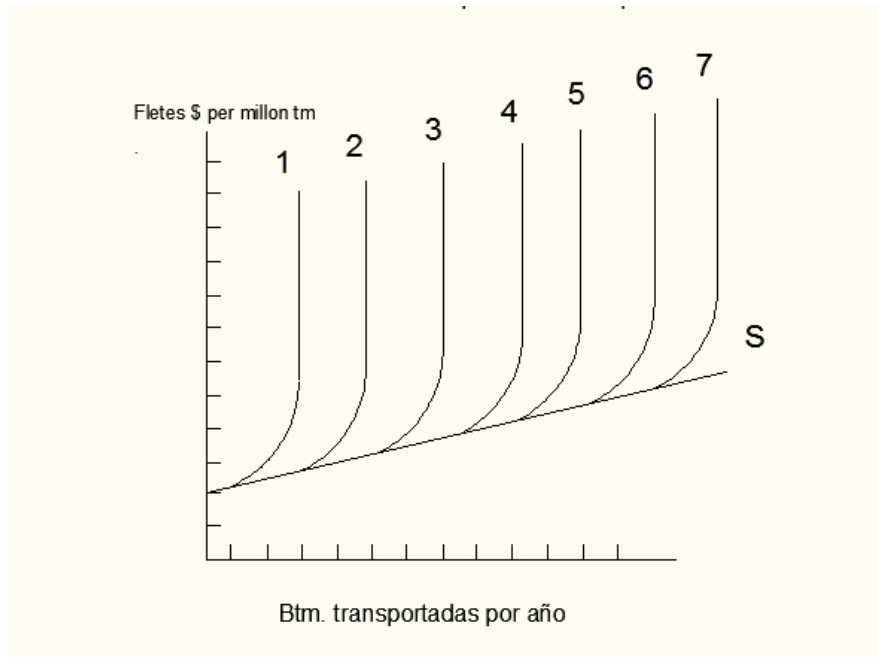


Figura 2.5: *Función oferta para varios buques*

Como podemos observar, a partir del conjunto de curvas individuales, sacamos la curva (S). El funcionamiento de esta curva es bastante intuitivo si nos fijamos en la figura anterior. Cuando el flete es más bajo el coste operacional del buque 7 este decide no operar, dejando solo a los seis primeros.

La pendiente de la curva de oferta a corto plazo depende de tres factores principalmente:

1. Las edades de los buques; ya que suponemos que al mayor edad mayores costes operacionales.
2. Tamaño de los buques; ya que asumimos a que a mayor tamaño menos costes operacionales.
3. La relación entre velocidad y fletes. La siguiente ecuación nos muestra la relación entre estas variables.

$$S = \sqrt{\frac{F}{3 \cdot p \cdot k \cdot d}} \quad (2.2)$$

Dónde:

S= velocidad optima (millas/día)

F= el flete

P= precio del combustible

D= distancia

K= constante relacionada con el combustible

2.1.3 EQUILIBRIO

El equilibrio entre demanda y oferta nos determina el precio de mercado de los fletes. Este punto proporciona un precio aceptable tanto para el comprador como para el vendedor.

Pero debemos diferenciar entre equilibrio momentáneo, a corto y largo plazo, ya que las funciones de la demanda y oferta son diferentes dependiendo del plazo de estudio. Comenzaremos con el equilibrio momentáneo.

2.1.3.1 EQUILIBRIO MOMENTÁNEO

Es el equilibrio que se da cuando los propietarios y los clientes llegan a un acuerdo día tras día. Los buques están preparados y la carga lista, entonces se produce el acuerdo, que marca el equilibrio momentáneo.

En esta situación el propietario tiene que lidiar con un mercado muy fragmentado y debe intentar predecir que acuerdos le convienen más y cuando realizarlos.

Se debe tener en cuenta que estos acuerdos son en muy corto plazo y que el mercado puede variar rápidamente. Si en un momento determinado hay más buques disponibles que carga, los propietarios pueden decidir esperar, porque los precios son bajos. Es posible que poco después la situación sea contraria y haya más carga a transportar que buques con lo que las tarifas aumentan. Pero es solo una posibilidad, con lo que el propietario que espera mucho quizá se encuentra sin carga a transportar o a un precio que no le conviene.

En la Figura.2.6 podemos ver la forma típica de las funciones de equilibrio momentáneo en el sector marítimo.

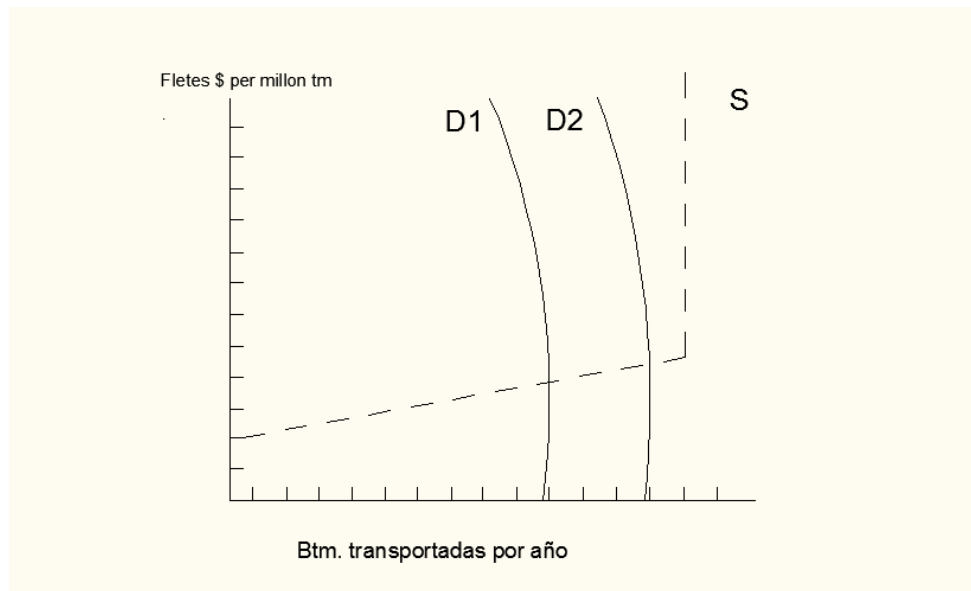


Figura 2.6: *Equilibrio momentáneo*

Como se observa en la figura anterior, para una oferta dada, el nivel de fletes lo determinan las variaciones de demanda.

2.1.3.2 EQUILIBRIO A CORTO PLAZO

En el equilibrio a corto plazo, hay más tiempo para que los fletadores y fletantes puedan estudiar los cambios de precios, con lo que el análisis no es exactamente igual. A continuación se estudian las diferentes partes que intervienen.

1. *Oferta a corto plazo*

La siguiente figura nos muestra la forma típica de la función oferta a corto plazo en el sector marítimo:

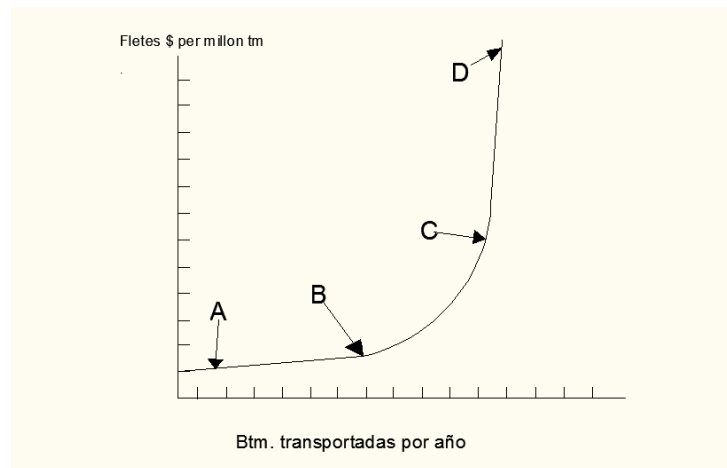


Figura 2.7: *Oferta a corto plazo*

En esta función podemos distinguir diferentes tramos:

1. Tramo A: Fletes bajos. En este tramo muchos buques prefieren no operar ya que nos les sale rentable y los que operan intentan bajar la velocidad para reducir costes.
2. Tramo B: Los fletes empiezan a aumentar: En este tramo casi todos los buques empiezan a estar en servicio y la velocidad aumenta con tal de poder hacer más viajes ya que comienza a ser más rentable.
3. Tramo C: Fletes altos. En este tramo todos los buques están en servicio y con velocidad máxima para poder realizar más viajes.
4. Tramo D: Fletes muy altos. En este tramo no hay más servicio disponible hasta que nuevos buques entren en el negocio. La curva aquí es prácticamente vertical.

2. *Demanda a corto plazo*

La siguiente figura, figura 2.8 nos muestra la evolución de la demanda a corto plazo:

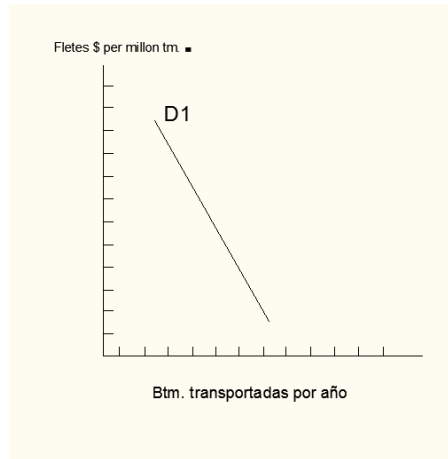


Figura 2.8: *Demanda a corto plazo*

La demanda a corto plazo, suele comportarse linealmente, con más o menos pendiente dependiendo de la elasticidad del producto.

3. Equilibrio

En la siguiente figura se observa el comportamiento del equilibrio a corto plazo para diferentes niveles de demanda

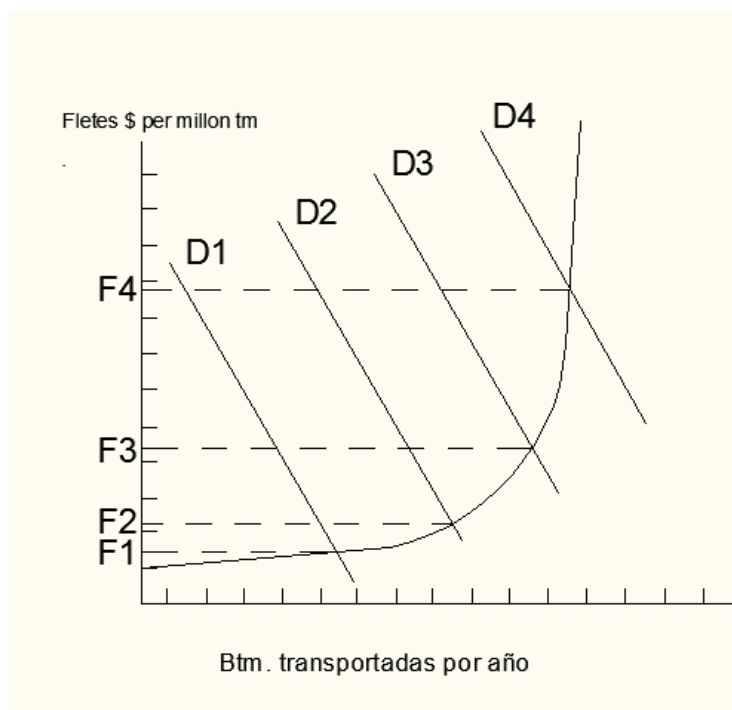


Figura 2.9: *Equilibrio a corto plazo*

Mediante la figura anterior podemos explicar el mecanismo de determinación de fletes. El precio de los fletes se marca cuando la demanda y la oferta se igualan. Como la curva de oferta tiene esta forma de J, en el primer tramo, un aumento importante de la demanda no implica un aumento muy grande de los fletes. Pero si el aumento de demanda se produce en la última parte de la curva de oferta, éste produce un gran aumento de los fletes.

El paso de D1 a D2 produce un aumento de los fletes de F1 a F2, que como podemos ver corresponde con lo anteriormente explicado, ya que este aumento es mucho mejor que el aumento de la demanda. Si pasamos de D2 a D3, el aumento de los fletes es de F2 a F3 que es mucho mayor que el aumento de demanda.

2.1.3.3 EQUILIBRIO A LARGO PLAZO

En este tipo de equilibrio tenemos en cuenta que los buques pueden ser construidos o destruidos pensando en necesidades futuras.

Este equilibrio es más complicado que los dos anteriores ya que además de ajustar la demanda y la oferta, debe tener en cuenta a más sectores, (el sector de nueva construcción de buques, el de demolición y el de compra y venta; que explicaremos más adelante), pero es en el equilibrio a largo plazo donde se relacionan de la siguiente manera:

Durante una recesión, los fletes bajan considerablemente y con ello el rendimiento, y, como consecuencia, también disminuye el precio de los buques de segunda mano. Con el tiempo, los barcos menos eficientes bajan de precio hasta el precio de desguace; y cuando estos se retiran del negocio, el volumen disponible disminuye. Con el tiempo cuando el volumen empieza a disminuir, el precio de los fletes aumenta y con ello los rendimientos del sector, atrayendo a nuevos inversores que quieren aprovecharse de estos aumentos, con lo que se llega a una situación de más compradores que vendedores y el precio de los buques de segunda mano suben hasta que se igualan con los de nueva construcción. Los que quieren ampliar su negocio o entrar en el sector marítimo y se decantan por buques de nueva construcción tardaran un mínimo de 15 meses en estar listos. Un año después cuando estos nuevos buques están en servicio el volumen disponible aumenta bajando los fletes.

Como ya hemos explicado anteriormente, el gran problema o la gran característica del sector marítimo, es que tiene una demanda que puede llegar a ser muy volátil pero una oferta que no puede reaccionar a corto plazo, con lo que a largo plazo siempre se repite lo anteriormente explicado creando ciclos marítimos.

2.2 LOS CUATRO MERCADOS MARÍTIMOS

Existen varios mercados que influyen de forma esencial en el comportamiento del sector marítimo. Podemos distinguir cuatro tipos diferentes de mercados:

El mercado de fletes, el mercado de buques nuevos, el mercado de buques de segunda mano y el mercado de demolición de los buques. Intentaremos explicar brevemente cada tipo de mercado y como se relacionan, pero hay que tener en cuenta que el hecho de que los mercados se hayan comportado de una forma en el pasado no garantiza que vaya a continuar haciéndolo en el futuro.

2.2.1 EL MERCADO DE FLETES

El mercado de transporte de mercancías original, “The Baltic Shipping Exchange” abrió en Londres en 1883. En esta entidad los comerciantes en busca de transportes se reunían con los capitanes de los barcos en busca de carga.

Hoy en día el mercado de fletes sigue siendo un mercado donde se compra y se vende el servicio de transportar carga, aunque actualmente el negocio se realiza por teléfono email y no en el edificio del “The Baltic Shipping Exchange”. Aunque podemos hablar de un único mercado de transporte internacional de mercancías, existen mercados separados para los diferentes tipos de buques del mercado. También se pueden distinguir diferentes mercados regionales, ya que no todos los buques están preparados para la carga y descarga de mercancías en todas las zonas del mundo.

Los servicios de transporte marítimo se clasifican de acuerdo con la organización del mercado y los tipos de cargas a transportar. Podemos dividir el servicio marítimo en dos grupos:

Línea regular: Este servicio opera con buques que tienen itinerario preestablecido, en una ruta con puertos de origen y destino determinados. El objetivo es ofrecer espacios en la nave a cualquier exportador que lo requiera, para cargas que pueden ser mezcladas o agrupadas con otras para su transporte.

La característica principal de este servicio, como su nombre lo indica, es su regularidad; cada determinado tiempo (semanal, quincenal, mensual) el servicio está a disposición del exportador, en una ruta determinada y con unas escalas previamente conocidas, independiente de la cantidad de carga que exista.

Servicio No Regular o tramping: En este servicio los buques no operan dentro de un itinerario fijo, las condiciones de transporte son negociables entre las partes y el objetivo es buscar cargas donde quiera que estas aparezcan. Las compañías trampers o no regulares son más pequeñas que las que operan en el servicio regular y sus negocios demandan un conocimiento amplio de las condiciones de mercado y una especialidad en el tipo de nave que se requiere.

En mercado de transporte de mercancías uno de los elementos más importantes es el contrato entre fletador y fletante.

2.2.1.1 TIPOS DE CONTRATOS

Se denomina contratos de utilización de buques a aquellos que tienen como finalidad la explotación comercial de un buque destinado a la navegación. En la medida en que el buque es utilizado como medio de transporte de mercancías reconoce, principalmente, *dos clases de contratos*: el contrato de fletamento y el contrato de transporte marítimo de mercancías.

Prevalecen tres clases principales de Contratos de Fletamento a distinguir:

2.32.1.1.1 Contrato de Fletamento a Casco Desnudo.

Es una categoría específica de Contrato de Fletamento, (esta clase de fletamento es también designada como "bareboat charter"), por razón de la cual una persona llamada fletador durante cierto tiempo logra el disfrute y el dominio total de un buque, aceptando la íntegra responsabilidad de su navegación, administración y aprovechamiento a cambio de un alquiler remunerable al propietario o armador de dicho buque.

El fletador se adjudica todos los derechos y obligaciones que habitualmente incumben al fletante o propietario comprendiendo el mantenimiento, suministro de provisiones y aseguramiento del casco, maquinaria y equipos, pero a beneficio del propietario; en conjunto toma la completa responsabilidad de la navegación, administración y explotación del buque, procediendo en este sentido como armador mientras se mantenga el fletamento.

El único derecho del armador en este tipo de fletamento, es el de percibir regularmente el pago del alquiler con la regularidad y en la suma que se haya ajustado.

2.2.1.1.2 Contrato de Fletamento por viaje.

El contrato de fletamento por viaje es el contrato típico del denominado tráfico "tramp", esto es de aquel tráfico que no es de servicio regular y que no está sujeto a un itinerario. En este contrato el armador fletante tiene el control de la gestión náutica y de la gestión comercial del buque, comprometiéndose a transportar un cargamento determinado del lugar designado para el embarque al lugar designado para la descarga, a cambio de una contraprestación en dinero que se denomina flete.

2.2.1.1.3 Contrato de Fletamento por tiempo.

En esta modalidad de fletamento el armador se compromete a situar el buque a disposición del fletador por un espacio de tiempo precisado para ser empleado en el acarreo de productos y durante el cual éste ostentará la libre explotación del buque por su cuenta y donde el armador proseguirá con sus deberes financieros y será encargado de la navegación y administración técnica del buque.

2.2.2 EL MERCADO DE COMPRA Y VENTA DE BUQUES

Llegamos ahora a la venta y compra en el mercado de segunda mano. Cerca de 1.000 buques se venden cada año, lo que representa una gran cantidad de dinero circulando ya que hay que tener en cuenta que hablamos de un mercado donde el activo puede costar más de 100 millones.

Los participantes en el mercado de compra y venta son principalmente, compañías navieras y especuladores que comercian en el mercado de mercancías.

Los motivos de la venta de los buques pueden ser varias; posible política de sustitución de los buques a cierta edad, que el buque ya no cumpla los requisitos que se deseen, que los precios estén a punto de caer, etc.

El comprador puede tener objetivos igualmente diversos. Es posible que necesite un buque de un determinado tipo y la capacidad para cumplir con algún compromiso de negocios, por ejemplo, o puede ser un inversionista que se siente que es el momento adecuado para adquirir un buque de un tipo particular.

Pero lo interesante de este mercado es como se determinan los precios. El mercado de compra y venta está determinado por la volatilidad de los precios. Vender en un buen momento juega un papel importante en la fuente de ingresos de los inversores y

venderlo en un mal momento puede llevar a muchas pérdidas, por eso es tan importante en que parte del ciclo económico estemos.

Los movimientos de los precios de los diferentes tipos de buques tienden a estar estrechamente sincronizados como vemos en la siguiente figura.

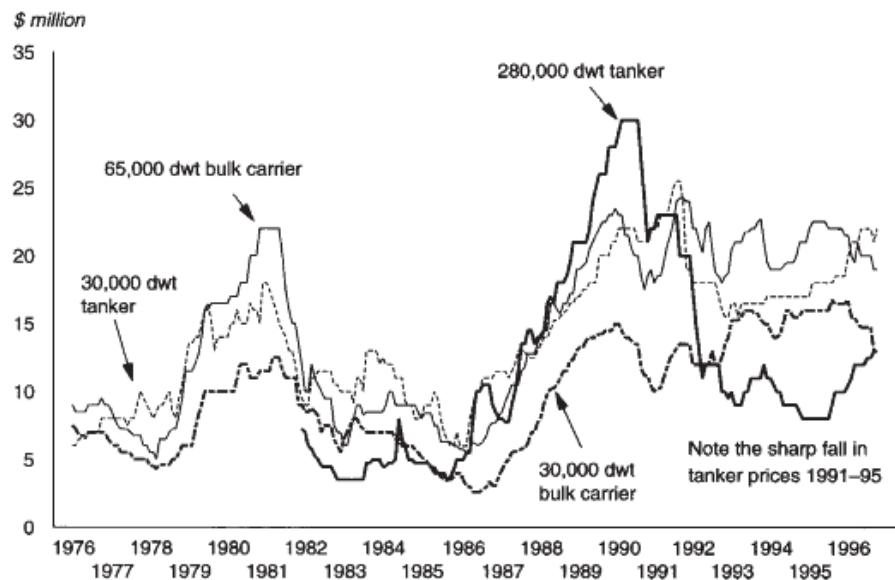


Figura 2.10: *Movimientos en el mercado de compra y venta de buques (Stopford, 1997)*

Teniendo en cuenta el carácter peculiar de los mercados, vemos que todos ellos se tienden a comportar de una manera muy similar en el mercado de compra-venta, con lo que vemos que el tipo de buque no es realmente importante si queremos especular con ellos.

2.2.2.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DETERMINACIÓN DEL PRECIO

Hay cuatro factores que influyen: los fletes, la edad, la inflación y las expectativas de los propietarios de buques para el futuro.

2.2.2.1.1 Las tarifas de transporte.

Las tarifas de transporte son el factor principal de influencia en los precios de los buques. Los picos y depresiones en el mercado de fletes se transmiten a través en la

venta y compra en el mercado, como puede verse en la siguiente figura, 2.11, que traza los movimientos de precios 1976-93 para un granelero en cinco años, comparando el precio de mercado con la tasa de fletamento por tiempo de un año. La relación es muy estrecha como se puede observar a continuación.

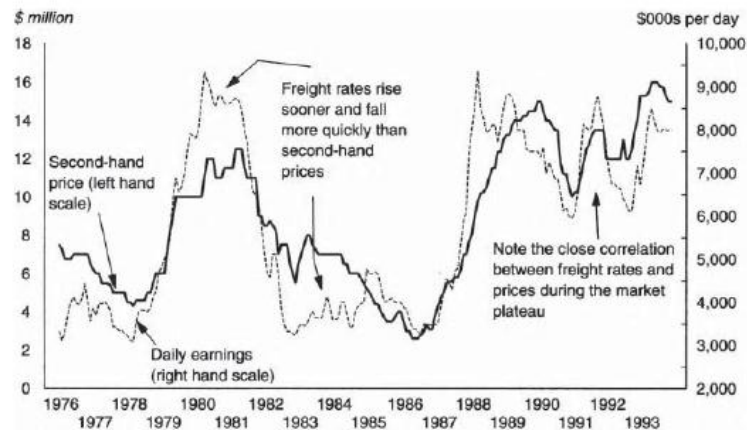


Figura 2.11: *Correlación entre el precio de los fletes y el precio en el mercado se segunda mano (Stopford, 1997)*

2.2.2.1.2 Edad del buque

La segunda variable de influencia más importante en el valor del buque es la edad. Un buque de X años vale menos que un buque de X-1 año, ya que cada año se deprecian. Normalmente la vida útil de un buque mercante puede ser de 15 o 20. Se dice que un buque pierde entre el 5 o 6 por ciento de su valor cada año, e incluso más ya que los costes de mantenimiento aumentan con la edad de éste.

Para un determinado buque, la vida económica puede reducirse por el transporte de cargas corrosivas, mal diseño o mantenimiento inadecuado. Cuando el valor de mercado del buque se encuentra por debajo del valor de la chatarra, éste se venderá para desguace.

2.2.2.1.3. Inflación

A más largo plazo, la inflación afecta a los precios de los buques ya que el precio puede variar mucho si la inflación no es muy volátil, cosa que actualmente no suele ocurrir, pero debemos tenerla en cuenta.

2.2.2.1.4. Expectativas

El cuarto y en cierto modo, el factor de influencia más importancia son las expectativas. Las expectativas hacen que el mercado se mueva a mayor velocidad ya que éste puede oscilar de una depresión profunda a una intensa actividad en pocas semanas; con lo que queremos decir que el comportamiento del ciclo marítimo tiende a hacer hincapié en el comportamiento de los compradores y vendedores.

2.2.3. MERCADO DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

Aunque el mercado de nueva construcción está estrechamente relacionado con el mercado de compra y venta, son muy diferentes. Ambos mercados negocian con buques, pero en el mercado de nueva construcción, el producto no existe, porque todavía no está construido. Algunos astilleros construyen buques estándares, pero la mayoría construyen buques que han sido diseñados para cumplir las especificaciones del comprador. Además hay que tener en cuenta que el buque no estará disponible hasta un periodo de aproximadamente 2 años (aunque este periodo varía mucho dependiendo del tipo de buque). El comprador en el mercado de nueva construcción puede tener varios motivos para comprar en él. Es posible que necesite un buque de cierto tamaño o especificaciones que no está disponible en el mercado de segunda mano.

En el mercado nueva construcción los precios pueden ser tan volátiles como en el mercado de segunda mano. Y como en la mayoría de los mercados el precio viene determinado por el equilibrio entre oferta y demanda. Cuando la demanda de buques de nueva construcción aumenta, los astilleros suben el precio y cuando la demanda es baja, bajan los precios con tal de atraer a nuevos inversores.

2.2.4 EL MERCADO DE DEMOLICIÓN

El cuarto mercado es la demolición. Esta es una parte menos glamurosa pero esencial del negocio. La mecánica es bastante simple. El procedimiento es muy similar al mercado de segunda mano, pero los clientes son los depósitos de chatarra en lugar de los armadores. Un propietario tiene un barco que no puede vender para la continuación del negocio, por lo que lo ofrece al mercado de demolición.

Los compradores finales son los astilleros de demolición, la mayoría de los cuales se encuentran en el Lejano Oriente, por ejemplo en la India, Pakistán, Bangladesh y China.

Sin embargo, la compra generalmente se hace por medios de agentes especuladores que actúan como intermediarios.

Los precios son determinados por negociación y dependerá de la disponibilidad de buques para chatarra y la demanda de chatarra. Por lo tanto, la demanda depende del estado del mercado del acero local, con lo que los precios pueden ser muy volátiles. El precio también varía de un buque a otro, dependiendo de su idoneidad para el desguace.

2.3 COSTES EN EL SECTOR MARÍTIMO

En este apartado se definen los costes más importantes en el sector marítimo.

Si empezamos con lo básico, el coste de funcionamiento de una empresa de envío depende de una combinación de varios factores. En primer lugar, el buque establece el marco general de los costes a través de su consumo de combustible, el número de tripulantes requeridos para su operación, y su condición física, que dicta la necesidad de reparaciones y mantenimiento.

En segundo lugar, los costes que dependen de la manera que el propietario maneja la compañía, incluyendo los gastos administrativos y eficiencia operativa.

En esta tesina se diferencia 5 tipos diferentes de costes, aunque según los diferentes autores esta clasificación puede ser muy diferente.

2.3.1 LOS COSTES DE OPERACIÓN

Los costes de operación son aquellos que constituyen los gastos involucrados en el día a día funcionamiento de la nave. Fundamentalmente los costes, como la tripulación, y cualquier mantenimiento que se deba realizar para poder realizar los encargos diarios.

2.3.2 LOS COSTES DE MANTENIMIENTO

Los costes de mantenimiento periódico, que se realizan cuando el buque está en dique seco para reparaciones mayores. En los buques antiguos de este apartado puede implicar un gasto considerable.

2.3.3 LOS COSTES DE VIAJE

Los costes de viaje, que son los costes variables asociadas a un viaje específico e incluyen conceptos como el combustible, las tarifas portuarias y las cuotas de canal.

2.3.4 LOS COSTES DE CAPITAL

Los costos de capital, que dependerán de la forma ha sido el buque financiado. En este apartado entran intereses de créditos o el pago de dividendo si hay accionistas.

2.3.5 LOS COSTES DE UNITARIOS

Los costes unitarios de manejo de carga, que representan los gastos de carga, estiba y descarga de la carga. Son particularmente importantes en las rutas marítimas.

2.3.6 FACTORES QUE DETERMINAN EL COSTE

Hay dos importantes principios relacionados con los costes que debemos analizar, en primer lugar la relación entre coste y edad, y en segundo lugar la relación entre el coste y tamaño.

2.3.6.1 LOS COSTES Y LA EDAD

Dentro de una flota de buques de tamaño similar, es común encontrar que los buques de cierta edad tienen unos costes completamente diferentes que los buques nuevos. De hecho, esta relación entre el coste y la edad es uno de los temas centrales en la economía de mercado del transporte marítimo, ya que define la pendiente de la curva de oferta a corto plazo.

A medida que la edad del buque aumenta, su coste de capital se reduce, pero sus costes de funcionamiento y los costes de viaje, aumentar en relación con los barcos nuevos que son más eficientes y al efecto del envejecimiento.

Hay que tener en cuenta que un buque nuevo tiene unos costes de funcionamiento y de viaje menores, con lo que puede sobrevivir con fletes más bajos que los que necesitaría un buque antiguo, con lo que podrán “sobrevivir” mejores épocas de crisis.

Pero cuando un buque es suficientemente antiguo para no tener costes de financiación, esto le da al dueño una tranquilidad, ya que podría guardarlo para épocas mejores donde los fletes den una rentabilidad.

2.3.6.2 LOS COTES Y EL TAMAÑO

La segunda relación económica que debemos estudiar en relación con los costes es la influencia del tamaño del buque. Normalmente en economía cuando se habla de grandes compañías se dice que trabajan en economías de escala, que es aquel proceso mediante el cual los costes unitarios de producción disminuyen al aumentar la cantidad de unidades “producidas” (en nuestro caso, transportadas) o, dicho de otra forma, aumentos de la productividad o disminuciones del coste medio, por lo que estudiaremos el coste unitario que en nuestro caso será el coste por tonelada, por TEU o por metro cúbico anual.

En la siguiente fórmula, sacada del libro de *Maritime economics* (Stopford, M. 2009) podemos ver las partes que constituyen el coste unitario:

$$C_{tm} = \frac{Ocm + PMtm + VCtm + CHCtm + Ktm}{DWTtm} \quad (2.3)$$

Donde :

C= coste por tonelada y año

OC=costes de explotación por año

VC= costes de viaje por año

PM=mantenimiento periódico por año

CHC=costes de manipulación de la carga por año

K=coste de capital por año

DWT= peso muerto del barco

t= año

De todos los factores que nos influyen el coste unitario, debemos tener en cuenta que el coste de operación, el de viaje y el de capital no aumentan con el peso muerto del buque, es más, utilizando un buque mayor el coste unitario se reduce, ya que el precio del combustible necesario sí que es mayor pero la proporción de toneladas es menor.

Esto explica que en las últimas décadas, cada vez los buques que se están construyendo sean mayores. El problema de un barco de grandes proporciones es que a mayor tamaño se pierde flexibilidad, con lo que se limitan el número de puertos en los que puede operar.

Además hay que tener en cuenta que para que salgan rentables la carga que deben llevar es muy elevada, con lo que nos podemos encontrar con un problema de exceso de tonelaje disponible.

A continuación se definen de forma más detallada las diferentes partes que constituyen el coste unitario:

1. Costes de explotación

Los gastos de explotación son los gastos relacionados con el día a día del buque (excluido el combustible, que se incluye en los costes de viaje), junto con el gasto de las reparaciones del día a día y de mantenimiento. Representan alrededor del 25 por ciento de los costes totales.

Los principales componentes de los costes de operación son:

$$OC_{tm} = M_{tm} + ST_{tm} + MN_{tm} + I + AD_{tm} \quad (2.4)$$

Donde:

M: costes de tripulación

ST: alimentos y reservas

MN: reparaciones y mantenimiento rutinario

I: seguro

AD: administración

2. Costes de mantenimiento periódico

Dentro de los gastos de mantenimiento periódico entran todas las reparaciones y acciones para el mantenimiento del buque de forma que sea seguro. La nave debe ser puesta en dique seco cada dos años para tal de tratar y analizar el casco de forma

completa y cada cuatro debe someterse a un estudio con tal de asegurar su navegabilidad.

En este estudio, toda la maquinaria es inspeccionada y el espesor del acero es comprobado. El nivel de estudio aumenta con la edad del buque.

Además dentro de esto apartado entra la eliminación de la vegetación marítima que deber retirarse periódicamente para que la eficiencia operativa de la nave no disminuya.

3. Costes de viaje

Dentro de los costes de viaje, nos encontramos con los gastos que se producen para un viaje particular. Dentro de este término entran los siguientes factores:

$$VC_{tm} = FC_{tm} + PD_{tm} + TP_{tm} + CD_{tm} \quad (2.5)$$

Donde:

VC: coste de viaje

FC: costes de combustible

PD: costes portuarios

TP: remolcadores y pilotajes

CD: cuotas de los canales

4. Costes de manejo de carga

El coste de la carga y descarga de carga representa un componente importante en la ecuación de coste total, y uno al cual se ha de prestar considerable atención por los armadores ya que un buque de carga tradicional puede pasar la mitad de su tiempo en puerto.

En la siguiente ecuación vemos los componentes de este coste:

$$CHC_{tm} = L_{tm} + DIS_{tm} + CL_{tm} \quad (2.6)$$

Donde:

CHC= gastos de manipulación de la carga

L= costes por cargo de la carga

DIS= costos por descargo de la carga

CL= reclamaciones

Los costes de manipulación de carga pueden reducirse mediante la mejora del diseño del buque, para facilitar la carga y descarga de las mercancías.

CAPÍTULO 3: EL CICLO MARÍTIMO

En este capítulo se estudia en profundidad el ciclo marítimo, intentado entender las características principales y las tendencias del transporte marítimo (históricas y presentes), relacionadas con la actividad, tanto en volumen como en precios

3.1 INTRODUCCIÓN

A la hora de realizar un estudio de inversión dentro del sector de transporte marítimo de mercancías nos encontramos con una gran dificultad que nos impide conocer el comportamiento de nuestro sector de forma más o menos segura: El ciclo marítimo.

Podemos entender al ciclo marítimo, según Kirkaldy (Kirkaldy A. 1994), como la consecuencia de los mecanismos de ajuste llevado a cabo por el propio mercado. Las fluctuaciones del ciclo son signos del que el mercado está ajustando la oferta y la demanda.

Otra definición posible es la que nos da Ricardo Sánchez (Sánchez, R. 2005), en la que define al ciclo económico como una cierta secuencia temporal de equilibrios y desequilibrios de oferta y de demanda de servicios de los mercados marítimos, que combina la acción de los incentivos de precios y la falta de simultaneidad en la producción de buque (cambios de oferta), en el marco de una demanda muy dinámica y exógena (reaccionando a los cambios en la producción y el comercio). Los precios y el producto tienen un comportamiento cíclico, de modo que, si los precios superan el nivel de equilibrio en cualquier periodo, la oferta en el periodo también superará dicho nivel. Una vez que la oferta se encuentra por encima del nivel de equilibrio, los precios disminuirán hasta situarse por debajo de ese nivel. Y así sucesivamente, lo que ilustra la inelasticidad típica de la oferta de este mercado. Cuando los fletes están bajos, hay menos construcción naval y una cantidad creciente de buques pasan a desguace. A medida que aumenta la demanda y se necesitan más servicios de transporte, la oferta no se puede ajustar con rapidez, los fletes suben y se reanuda la construcción, lo que provoca posteriormente sobreoferta y baja de fletes, comenzado otra vez el ciclo.

En la siguiente figura vemos la representación gráfica del ciclo marítimo según las diferentes etapas por las que atraviesa.

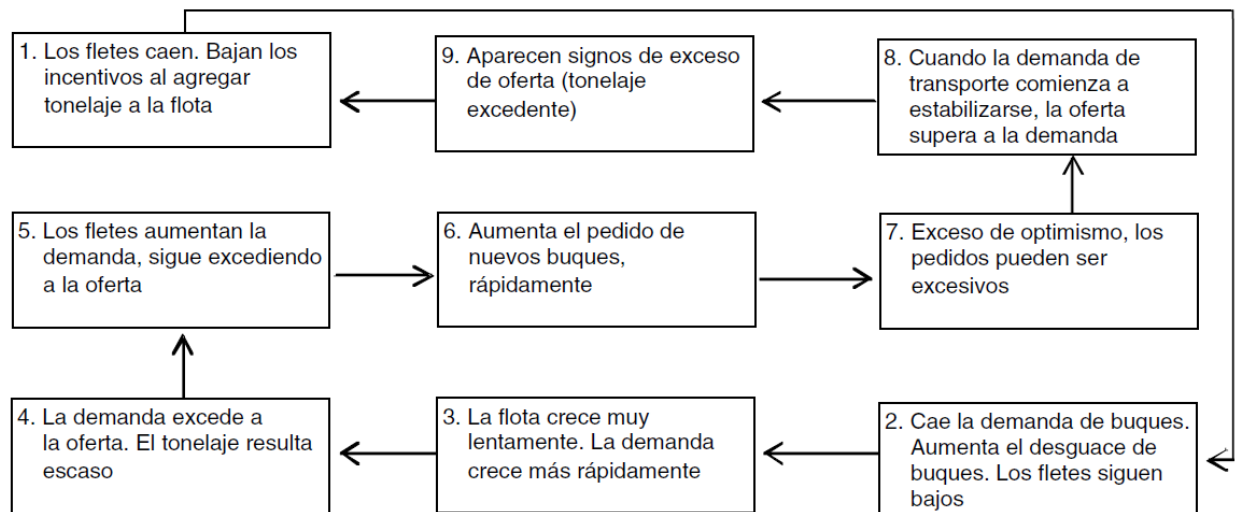


Figura 3.1: El ciclo marítimo simplificado (Sánchez, R. 2005)

Determinados acontecimientos de carácter económico, político, militar o tecnológico pueden tener efectos muy importantes sobre la situación de la economía mundial y, por lo tanto sobre la demanda mundial de transporte marítimo. A continuación se enumeran los más importantes:

1. Factores económicos; como las grandes depresiones, el impulso del comercio mundial derivado del desarrollo de determinados países, la depresión subsiguiente al encarecimiento del petróleo o de la materias primas por ejemplo.
2. Factores políticos o militares; como las alzas del merados subsiguiente a las guerras o al conflictos militares, la abertura o cierre de canales exigentes o nuevas normas de seguridad.
3. Factores tecnológicos; utilización de nuevas materias primas y nuevas fuentes de energía.

3.2 CLASES DE CICLOS

Los ciclos no son únicos en el sector marítimo, muchos otros sectores de la economía sufren estos ciclos. Muchos economistas han intentado analizar y clasificar estos ciclos, y muchos algunos han sido determinados, la mayoría según duración de éstos: el ciclo Kitchen es un ciclo a corto termino (3-4 años), el Juglar de 6 a 8 años, el Labrousse puede durar 10 a 12 años, el ciclo Kondratieff que llega a durar medio siglo o más, etc. Pero en el transporte por mar se definen principalmente en tres categorías: ciclos estacionales y ciclos a corto y largo plazo.

En la siguiente figura se puede ver el comportamiento de cada tipo de ciclo superpuesto:

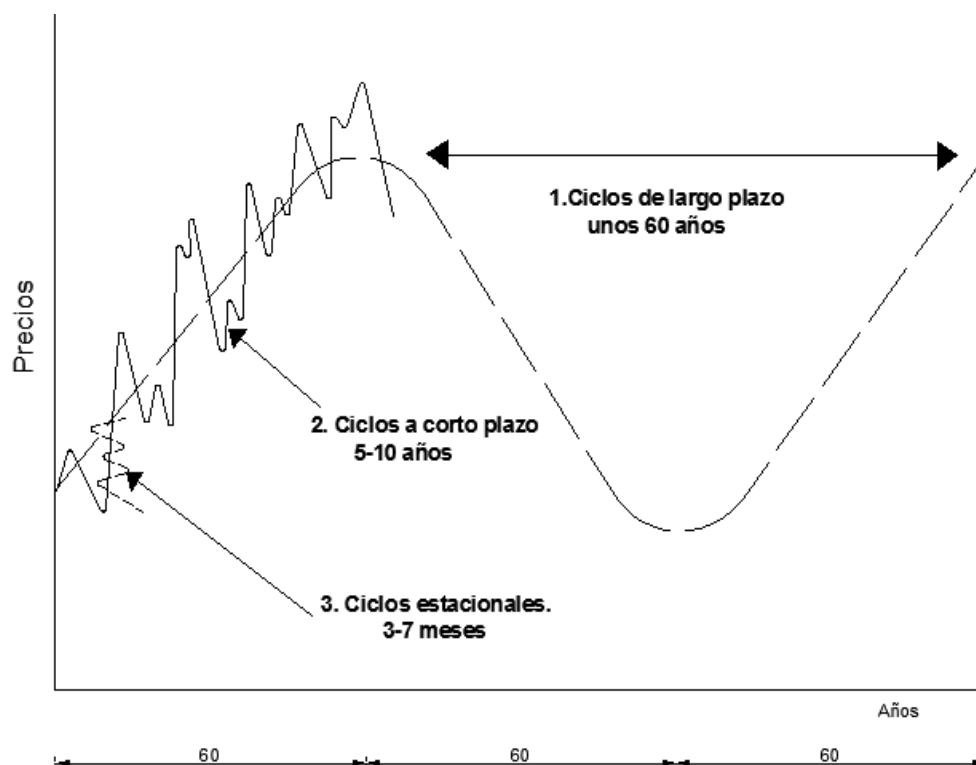


Figura 3.2. Ciclos a corto y largo plazo, y estacionales.

3.2.1. CICLOS A LARGO PLAZO

Los ciclos a largo plazo se pueden ver como el corazón del mecanismo cíclico ya que los demás ciclos se producen alrededor de él. Este tipo de ciclo se produce generalmente por cambios tecnológicos de gran relevancia.

La teoría de ciclos largos fue desarrollada por el economista ruso, Nikolai Kondratieff, que detectó después de estudiar la economía de diversos países la existencia de 3 ciclos duración media 50 años. El primero de 1790 a 1813, el segundo de 1844 a 1874 y el tercero de 1895 a 1914. Años más tarde, el economista J.A Schumpeter afirmó que la existencia de estos ciclos se debía a innovaciones tecnológicas que habían marcado la economía (la máquina de vapor, el boom de la electricidad y el motor y la electricidad).

Por su propia naturaleza, estos ciclos son apenas visibles en la vida cotidiana y se necesita una cierta cantidad de imaginación para identificar estos ciclos. Lo que no se puede negar es la dependencia tecnológica que ha hecho tanto para la industria del transporte marítimo en los últimos siglos.

Durante gran parte del siglo pasado la evolución de la tecnología ha sido causante de diversos ciclos marítimos. Desde 1850 hasta 1914 una espiral a la baja de los precios de los fletes debido al aumento de la eficiencia de los buques mercantes y la eliminación gradual de la vela. De mismo modo de 1945 hasta 1995 el transporte marítimo estuvo dominado por la mecanización del transporte a granel y por el aumento de tamaño de los buques y la mayor eficiencia de la carga en el transporte en línea. Estas tendencias son apenas perceptibles año tras año pero muy importantes en el global de la economía del sector marítimo.

3.2.2 CICLOS A CORTO PLAZO

Desde hace más de un siglo, el gran desarrollo del transporte marítimo, convirtió a este sector en un sector muy competitivo, lo que significa que este mercado se guía por las leyes de demanda y oferta.

Como es bien sabido, la economía no siempre tiene un crecimiento regular. Hay épocas de gran expansión que aumentan notablemente el volumen de carga a entregar y otras en la que la economía sufre un receso, disminuyendo ese volumen de carga.

Como ya hemos explicado en la primera parte de este capítulo, cuando hay poca carga a transportar, muchas empresas se ven obligadas a cerrar porque no pueden afrontar los gastos cosa que hace que disminuya el tonelaje disponible. Cuando por otra parte el volumen a transportar es superior al tonelaje disponible, los precios de los fletes aumentan de manera espectacular disparando los beneficios de las empresas. Estos aumentos de beneficios hacen que otros agentes vean una oportunidad de enriquecerse y se adentran en el negocio. Cuando los buques de estos nuevos agentes están preparados se vuelve a incrementar el tonelaje disponible haciendo bajar los precios de los fletes y comenzando otra vez el ciclo.

Si nos detenemos a observar el proceso, estos ciclos a corto plazo tienen un objetivo, crean un entorno tal que las empresas no competitivas se ven obligadas a abandonar dejando a las eficientes.

Si nos detenemos a ver funcionamiento del ciclo podemos observar cuatro etapas que se repiten en la mayoría de ellos.

Etapa 1: Depresión

Existe un exceso de la capacidad de envío cosa que hace bajar los precios de los fletes cerca del coste de operación aumentando poco a poco los pedidos. Muchos dueños se ven forzados a vender o demoler los buques mientras que los pedidos de buques se reducen.

Etapa 2. Recuperación

Oferta y demanda se mueven hacia un equilibrio, ya que la capacidad de envío ha bajado a causa de las ventas y la demolición de buques. Los precios de los fletes vuelven a subir por encima de los costes de operación.

Etapa 3. Auge (Pico)

Los precios de los fletes aumentan mucho, propiciando unos grandes beneficios. Muchos agentes entran en el negocio esperando ganar dinero, con lo que los pedidos de buques aumentan otra vez

Etapa 4. Contracción

La oferta vuelve a superar a la demanda haciendo bajar los precios de los fletes y comenzando otra vez el ciclo

En la siguiente figura se ve el comportamiento típico de un ciclo a corto plazo:

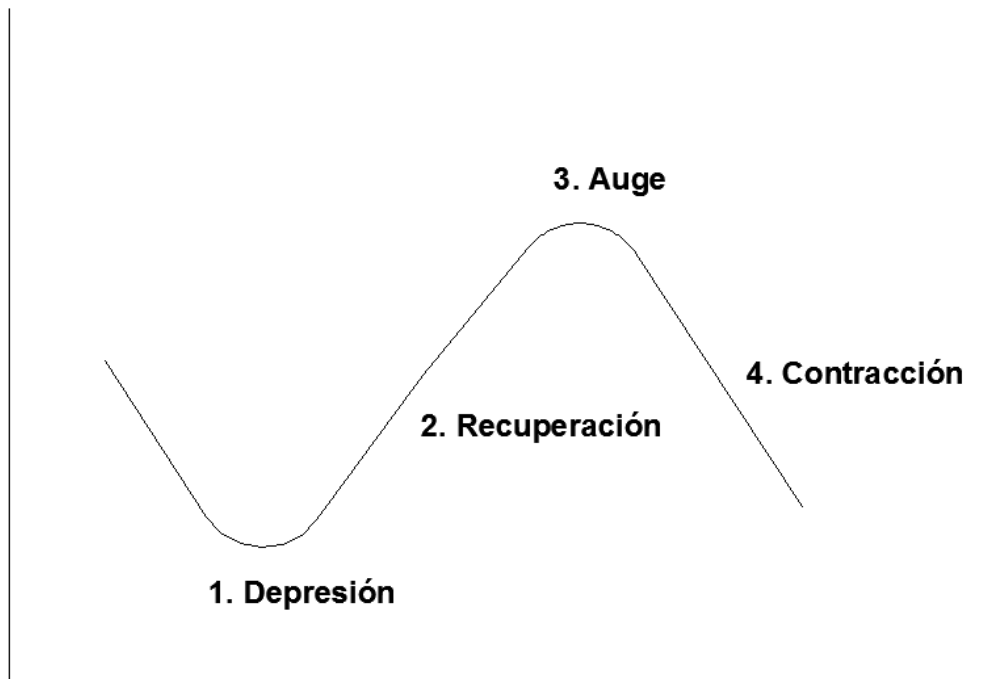


Figura 3.3: *Etapas del ciclo marítimo a corto plazo*

3.2.3 CICLOS ESTACIONALES

Los ciclos estacionales son muy importantes en el sector marítimo. Existen claras fluctuaciones en el precio de los fletes debido a la respuesta estacional de la demanda de transporte por mar.

Por ejemplo, en otoño-invierno la demanda de petróleo y gas en el hemisferio norte se dispara con relación a la de primavera-verano; o en el sector de transporte a granel, muchos productos agrícolas se producen mayoritariamente en una época del año.

Todos estos cambios de demanda crean fluctuaciones en el transporte marítimo creando unos ciclos que se repiten con bastante regularidad.

3.3 EVOLUCIÓN DE LOS CICLOS MARÍTIMOS

Si estudiamos los ciclos marítimos en el último siglo podemos ver que no existe una tendencia clara a la longitud de estos.

En la siguiente figura, 3.4 podemos ver la evolución de los ciclos marítimos des de 1741 hasta 2007.

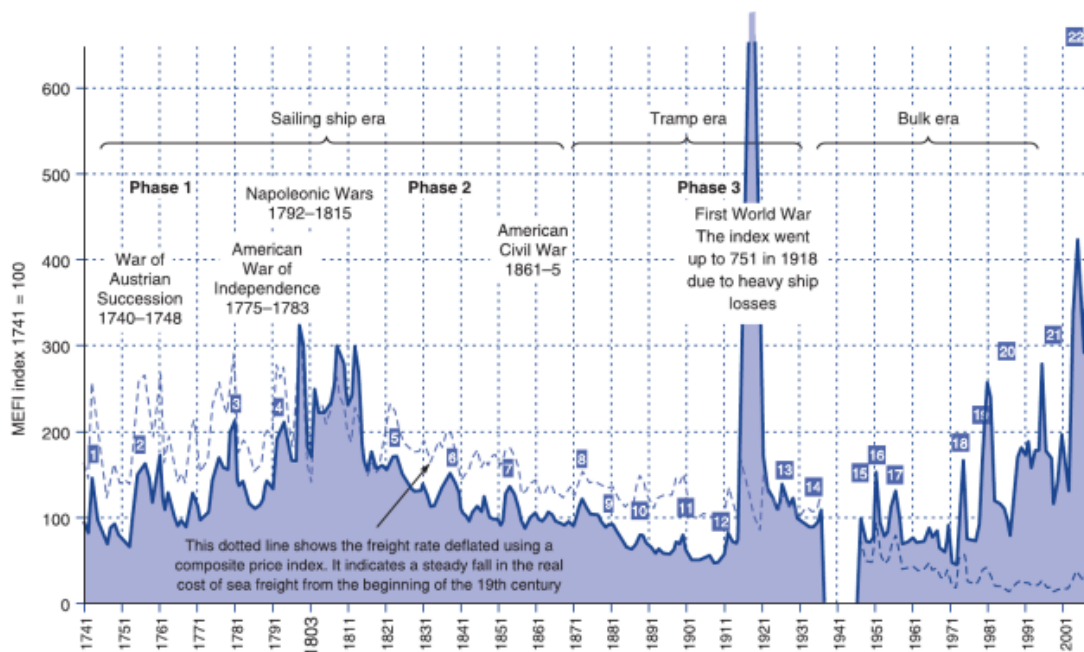


Gráfico 3.4: Evolución ciclos marítimos (Stopford, M. 2009)

Como podemos ver, nos encontramos con una secuencia de fluctuaciones aleatorias que no siguen un patrón cíclico. Debido a que los ciclos son tan irregulares, la identificación de ellos es una cuestión de criterio. Algunos están claramente definidos pero otros dejan lugar a dudas.

En nuestro caso estudiaremos los 22 ciclos que se pueden ver en el gráfico anterior nos centraremos especialmente el ciclo actual (la crisis), pero como ya hemos dicho, no todos los autores coinciden la existencia de los mismos ciclos y si coinciden quizá supongan longitudes diferentes.

3.4 LONGITUD DE LOS CICLOS MARÍTIMOS

Unos de los aspectos más interesantes para nuestro estudio es la longitud de los ciclos, pero como ya hemos visto en el apartado anterior los ciclos son mucho más complejos que una secuencia regular en los precios del comercio.

En la siguiente tabla podemos ver la longitud de cada ciclo.

ciclo	Pico (auge)			depresión			Total del ciclo
	Comienzo	Final	Longitud	Comienzo	Final	Longitud	
1	1743	1745	3	1746	1753	7	10
2	1754	1764	11	1765	1774	9	20
3	1775	1783	9	1784	1791	7	16
4	1791	1796	6	1820	1825	5	11
5	1821	1825	5	1826	1836	10	15
6	1837	1840	4	1841	1852	11	15
7	1853	1857	5	1858	1870	12	17
8	1873	1874	2	1875	1879	5	7
9	1880	1882	3	1883	1886	4	7
10	1887	1889	3	1890	1897	8	11
11	1898	1900	3	1901	1910	10	13
12	1911	1913	3	Primera guerra mundial			
13	1919	1920	2	1921	1925	4	6
14	1926	1927	2	1928	1937	9	11
15	1947	1947	1	1948	1951	4	5
16	1952	1953	2	1954	1955	2	4
17	1956	1957	2	1958	1969	12	14
18	1970	1970	1	1971	1972	2	3
19	1973	1974	2	1975	1978	4	6
20	1979	1981	1	1982	1987	6	7
21	1988	1997	10	1998	2002	5	15
22	2003	2008	5	2008	-		5
Promedio			3.9			6.8	10.4

Tabla 3.1: Longitud de los ciclos marítimos

El estudio de la longitud de los ciclos nos puede servir de indicador para crear probabilidades de cómo evolucionara el mercado dependiendo en qué punto nos encontremos, aunque podemos ver que los ciclos son demasiado diversos para basarnos solo en este dato.

Aunque el patrón no es regular, si miramos la tabla podemos ver que después de 2 o 3 ciclos cortos acostumbra a ver uno de longitud más larga.

3.5 VOLATILIDAD

Otro de los aspectos interesantes del ciclo económico es estudiar la volatilidad de las tarifas de los fletes por año, es decir, cuanto varía el precio de los fletes año a año.

Para estudiar esto, nos basaremos en la siguiente tabla, 3.2, que nos muestra el tanto por ciento de la variación del precio de los fletes por año en el periodo de 1869 a 1994. Dividiremos este periodo de tiempo en dos partes, de 1869 a 1937 y de 1959 a 1994 para ver la evolución.

1869-1937				1950-1994		1869-1994		
% de la variación del precio de los fletes	Nº de sucesos	%		Nº de sucesos	%	Nº de sucesos	%	
≥ 100	1	1.6		3	6.5	4	2.9	
De 50 a 99	0	0.0		2	4.3	2	1.9	
De 25 a 49	1	1.6		5	10.9	6	5.7	
De 20 a 20	2	3.3		0	0.0	2	1.9	
De 15 a 19	4	6.6		1	2.2	5	4.8	
De 10 a 14	2	3.3		4	8.7	6	5.7	
De 5 a 9	2	3.3		5	10.9	7	6.7	
De 0 a 4	16	26.2		6	13.0	22	21.0	
De -1 a -5	14	23.0		2	4.3	16	14.3	
De -6 a -10	10	16.4		4	8.7	14	13.3	
De -11 a -15	5	8.2		3	6.5	6	5.7	
De -16 a -20	2	3.3		3	6.5	8	7.6	
De -21 a -25	2	3.3		4	8.7	5	4.8	
De -26 a -50	0	0.0		2	4.3	3	2.9	
≥ -50	0	0.0		2	4.3	1	1.0	
Total	61	100		46	100	107	100	

Tabla 3.2: *variación interanual de las tasas de los fletes*

Como podemos ver en la anterior tabla en el segundo periodo, el precio de los fletes, es mucho más volátil; ya que en el periodo anterior (1869-1937) la variación interanual de las tasas se concentraron entre el 4 y el -10 por ciento (aproximadamente tres cuartos)

mientras que en el primer periodo solo un 25 por ciento, aproximadamente, estaba dentro de este rango.

Además se puede ver que la distribución de frecuencias es mucho más repartida en el segundo periodo, cosa que indica que la volatilidad de los precios ha ido aumentando.

3.6 ESTUDIO HISTÓRICOS DE LOS CICLOS MARÍTIMOS

En este apartado se estudia cada uno de los ciclos marítimos históricos, con el objetivo de entender mejor el funcionamiento de éstos y sus características.

3.6.1 CICLOS DE LOS BUQUES A VELA (DEL 1 AL 7 -1741/1869-)

En este periodo se podría definir como los últimos años del transporte marítimo a vela. Consta de los siete ciclos que se pueden observar en la tabla 3.3.

ciclo	Pico (auge)			depresión			Total del ciclo
	Comienzo	Final	Longitud	Comienzo	Final	Longitud	
1	1743	1745	3	1746	1753	7	10
2	1754	1764	11	1765	1774	9	20
3	1775	1783	9	1784	1791	7	16
4	1791	1796	6	1820	1825	5	11
5	1821	1825	5	1826	1836	10	15
6	1837	1840	4	1841	1852	11	15
7	1853	1857	5	1858	1870	12	17
Promedio			6.1			8.7	14.9

Tabla 3.3: Características de los ciclos 1-7

En este periodo el factor más importante que moldea los ciclos marítimos es sin dudar las múltiples guerras, por ejemplo:

El primer bajón del primer ciclo (de 1746 a 1753) coincide con la guerra de sucesión de Austria que atrasa notablemente el comercio y por consiguiente el transporte marítimo. Una vez se firma la paz el 1748 el comercio comienza a mejorar hasta alcanzar un gran boom de casi 11 años (segundo ciclo). Con la guerra de la independencia Americana

(1775-1881) el comercio se dispara otra vez porque se necesitan productos en América mientras ellos están de guerra. Una vez se acaba esta guerra, comienza la gran depresión allí, que se traduce en una disminución importante de transporte con Europa. La recuperación se da en 1791 hasta 1796 (el pico del cuarto ciclo marítimo).

Entre 1792 y 1815 se producen las guerras napoleónicas, que como se verá en la tabla es una etapa que no está incluida en ningún ciclo porque tiene un comportamiento muy particular. Aumento espectacular del transporte marítimo seguido de una espectacular disminución una vez se acaban las guerras.

De este periodo, también podemos decir que es un periodo de cambio, ya que al final de este se estaban imponiendo los buques a vapor, que revolucionaron el transporte marítimo.

3.6.2 CICLOS DE LOS MERCADOS EN RÉGIMEN TRAMP (8 AL 14 -1869/1936-)

Primero de todo aclarar el significado de régimen tramp. Con mercados en régimen tramp queremos decir que estamos prescindiendo de las líneas regulares.

Una vez aclarado el significado, podemos estudiar más afondo este periodo, que lo dividiremos en 7 ciclos, como se ve en la tabla siguiente, tabla 3.4.

ciclo	Pico (auge)			depresión			Total del ciclo
	Comienzo	Final	Longitud	Comienzo	Final	Longitud	
8	1873	1874	2	1875	1879	5	7
9	1880	1882	3	1883	1886	4	7
10	1887	1889	3	1890	1897	8	11
11	1898	1900	3	1901	1910	10	13
12	1911	1913	3	Primera guerra mundial			
13	1919	1920	2	1921	1925	4	6
14	1926	1927	2	1928	1937	9	11
Promedio			2.6			6.7	9.2

Tabla 3.4: Características de los ciclos 8-14

Durante este periodo el transporte marítimo estaba dominado por transporte a vapor y muchas mejoras de dieron durante este periodo, aumentando significativamente la eficiencia de los buques (mejoras en motores, nuevos métodos para construir buques más grandes, etc.)

En este periodo vemos un seguido de ciclos más o menos constantes hasta después de la primera guerra mundial, donde la tendencia se rompe y aumenta de manera espectacular el transporte marítimo, superando notablemente cualquier otro boom habido jamás. Se puede decir que después de este boom la tendencia de a largo plazo es de recesión, acusando especialmente en el ciclo 14 (1926-1937) también llamado la gran depresión, donde el nivel de buques a desguace aumento notablemente y poco después, justo antes de acabar con este periodo nos encontramos con otra guerra, la segunda guerra mundial.

Este periodo es un periodo marcado sobre todo por la primera guerra mundial ya que durante ella, el transporte marítimo casi se interrumpe totalmente y porque después de ella la necesidad de transporte de bienes entre los países aumento de forma espectacular.

3.6.3 CICLOS DE LOS MERCADOS A GRANEL (DEL 15 AL 22 -1945/2008-)

Este periodo se compone de 8 ciclos, que como podemos ver en la tabla siguiente, tabla 3.5, tienen un promedio de 8.0 años.

ciclo	Pico (auge)			depresión			Total del ciclo
	Comienzo	Final	Longitud	Comienzo	Final	Longitud	
15	1947	1947	1	1948	1951	4	5
16	1952	1953	2	1954	1955	2	4
17	1956	1957	2	1958	1969	12	14
18	1970	1970	1	1971	1972	2	3
19	1973	1974	2	1975	1978	4	6
20	1979	1981	1	1982	1987	6	7
21	1988	1997	10	1998	2002	5	15
22	2003	2008	5	2008	-		5
Promedio			3.0			5.0	8.0

Tabla 3.5: Características de los ciclos 15-22)

Este periodo se caracteriza por un cambio tecnológico, que abrió nuevos mercados y donde los mercados tramp, dominantes en el periodo anterior, dan paso a un abanico de nuevos de transportes especializados, como por ejemplo, el transporte de containers, cruceros, etc.

Igual que los otros dos periodos, las guerras son muy importantes, pero además aquí encontramos otros muchos factores que influyeron en la evolución de los ciclos

marítimos. Al ser el periodo más actual, entraremos a estudiar brevemente los motivos de cada ciclo.

3.6.3.1 CICLO 15 (1945-51)

En este ciclo, el factor fundamental fue el pesimismo después de la guerra, muchos navieros dejaron de invertir con lo que poco a poco el tonelaje fue insuficiente llevando al siguiente ciclo.

3.6.3.2 CICLO 16 (1952-55)

Como hemos dicho anteriormente los fletes se recuperaban, pero se creó un falso efecto de positivismo, y con la guerra de Corea en el 51, poco a poco el comercio bajaba, con lo que volvió a haber sobre tonelaje llevando otra vez a una crisis.

Al final de este periodo se cierra el canal de Suez, provocando un aumento sustancial de los precios y el tiempo necesario.

3.6.3.3 CICLO 17 (1956-69)

Este ciclo comienza con el boom de precios debido al cierre del canal de Suez, pero poco después la economía mundial comienza una fuerte crisis (a nivel global), donde la producción cae aproximadamente un 4% en 1958, con lo que la demanda de servicios de transporte también decae. Además la reapertura del canal de Suez hace bajar aún más el precio del servicio agravando la crisis existente. Este se volvió a cerrar en 1967.

3.6.3.4 CICLO 18 (1970-72)

Este ciclo está marcado por las crisis del petróleo. Cuando el canal de Suez se volvió a cerrar, el sector marítimo volvió a subir mucho el precio de los fletes, y la necesidad de transportar todos los productos que antes se pasaban por el canal, junto con la expansión económica mundial, ocasionó a los propietarios grandes ganancias, pero el aumento del precio del petróleo en el 71 y otra vez en el 73 hizo estallar la burbuja.

3.6.3.5 CICLO 19 (1973-78)

Después de la crisis anterior, la economía volvió a mejorar y el año 73-74 fue muy provechoso para los navieros, pero algunos mercados se desplomaron con el comienzo de la guerra de Yom Kippur. En junio del 75, se vuelve a abrir el canal de Suez

3.6.3.7 CICLO 20 (1979-87)

En este ciclo nos encontramos con varios momentos claves. En el 79 nos encontramos con la revolución Iraní, donde se triplico el terció del barril de crudo y en el 82 comienza la guerra entre Irán e Iraq, pero en general podemos decir que este es un periodo de depresión, donde la economía experimenta un retroceso.

3.6.3.8 CICLO 21 (1988-02)

A partir del 88 la economía mejorar sustancialmente, con lo que la demanda de transporte marítimo también aumenta. Hast 1997, casi 10 años, nos encontramos en una etapa de crecimiento, pero en junio del 97 las economías asiáticas entran en recesión. La producción de estos países crece aproximadamente un – 5%, cosa que hace disminuir la demanda de transporte, y ahí comienza la crisis de este ciclo, que duraría hasta el 2002

3.6.3.9 CICLO 22 (03- AHORA)

Este ciclo, el actual, comienza con una gran necesidad de transporte marítimo por partes de las potencias emergente (por ejemplo, china triplica la producción de acero), ya que estas salen de la recesión que había comenzado en el ciclo anterior (1997). Pero en el 2008 la economía mundial entra en una de sus peores crisis como explicaremos seguidamente, que conlleva la disminución de la demanda de transporte marítimo.

3.6.4 LA CRISIS ACTUAL (DESDE 2008 HASTA LA ACTUALIDAD)

En el sector marítimo, la fuerte contracción de la demanda mundial ocasionada por la crisis, ha disminuido las exportaciones y las importaciones de una forma increíble, lo que supone una disminución del transporte marítimo muy importante.

Pero esta crisis estas siendo especialmente importante en el sector marítimo por los siguientes motivos: desde 2003 hasta 2007/2008 el transporte marítimos está sufriendo uno de los mayores aumentos del último siglo, con lo que las expectativas de los

propietarios eran muy altas y nos encontrábamos en la etapa 3 de ciclo marítimo (auge), con lo que podemos asegurar que empezaba el proceso de sobre tonelaje con lo que la crisis se acentuó mucho más.

En la siguiente figura se ilustra el comportamiento de los precios antes y en transcurso de la crisis; como se indica, los fletes han bajado abruptamente. No obstante, se observa un cambio de tendencia a partir del segundo semestre de 2009.

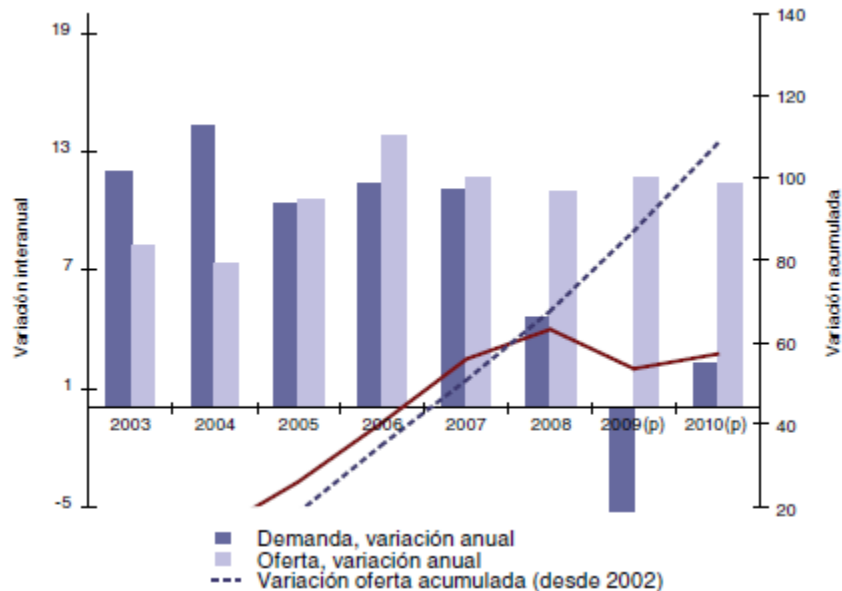


Figura 3.5. Mercado de contenedores: variación de la oferta y la demanda (Sánchez, R, 2005)

La crisis actual sirve de ejemplo del comportamiento tradicional de los mercados marítimos respecto de la planificación de la flota. A pesar de la existencia del ciclo del transporte marítimo, los navieros suelen cometer errores que provocan importantes distorsiones.

3.7 LA VOZ DE LA RAZÓN: ACTUAR ANTI CÍCLICAMENTE

Una vez estudiado los ciclos marítimos, la racionalidad nos dice que se deberían comprar buques cuando estos están baratos y venderlos cuando el precio es alto.

Pero esto significa que para comprar barato, se debería comprar cuando el mercado está en crisis, cuando los precios de los fletes han caído y muchos propietarios necesitan desprenderse de los barcos. Si lo pensamos racionalmente, comprar un barco cuando su precio es tan bajo, nos asegura una mejor rentabilidad a largo plazo.

Lo mismo con la idea de vender caro, para ganar dinero con la venta de buques, estos deberían venderse cuando nos encontramos en el pico del ciclo, es decir cuando nuevos

operadores quieren entrar en el negocio o los que están aumentando su flota con la esperanza de que la rentabilidad siga siendo tan alta.

Esta es la teoría, pero la aplicación no es tan sencilla.

El problema como ya hemos comentado anteriormente es que el ciclo económico no sigue ningún patrón cíclico, así que no podemos asegurar cuanto tiempo duraran las etapas de éste, además como analizamos anteriormente el sector marítimo es un mercado muy volátil que depende de muchas variables exógenas; con lo que saber el momento ideal para llevar a cabo las decisiones oportunas es muy complicado.

Otro problema para llevar a cabo el razonamiento teórico, es la dificultad de financiamiento, ya que según algunos autores, (Volk, 1984) las entidades financieras son las que asumen el riesgo debido a la insolvencia del propietario cuando los fletes son bajos, y por eso la mayoría de las inversiones suceden cuando tenemos fletes altos.

Pero el mayor problema de todos, es que ir anti cíclicamente, aunque sea lo más apropiado y teóricamente lo que nos puede dar más beneficios, es difícil de asimilar, ya que vender un buque cuando está dando grandes rendimientos puede crear dudas al propietario, es decir, que decida aguantar más tiempo con el buque para intentar ganar más dinero, pero cuando decida venderlo ya sea muy tarde y la depresión ya haya comenzado.

Otro problema a tener en cuenta es que en un mercado perfecto, donde todo el mundo posee la misma información, los agentes tienden a actuar de una forma muy parecida y lo que puede marcar la diferencia son factores emocionales como por ejemplo, experiencia, instinto o quizá suerte.

3.8 EL FACTOR HUMANO

Aunque lo hemos comentado anteriormente, habría que remarcar que prácticamente todos los ciclos marítimos los crea el ser humano con sus decisiones, tanto en la demanda global del planeta, como en los sucesos imprevisibles (las guerras, disputas políticas, etc.) o en el tonelaje puesto a disposición. Pero hay un sector en particular que tiene mucha relevancia en la evolución de los ciclos marítimos, los propietarios y sobre todo sus errores.

En el artículo *Market cycles and shipowner's biases* (R.Scarsi, 2007), se pone en manifiesto el comportamiento de los propietarios y estudiaba los errores más comunes. Decía que parte de los ciclos marítimos se deben a los errores que cometen los propietarios y clasificaba estos errores en los siguientes grupos:

a) Falta de experiencia: la capacidad de detectar los hechos relevantes o de leer incluso las señales más débiles del mercado puede marcar la diferencia entre un buen o un mal propietario. Esta capacidad viene principalmente del conocimiento del mercado que da la experiencia.

b) Falta de conocimiento de gestión: A parte de la experiencia, para interpretar la información se necesita conocimiento de la teoría y de los modelos existentes. No se debería basar la toma de decisiones completamente en aspectos emocionales, como intuiciones, sino que se debería realizar un completo análisis del mercado y una evaluación de la inversión.

c) Errores relacionados con la actitud del propietario: cuando el propietario tiene grandes expectativas (es demasiado optimista) o al contrario demasiado pesimista, esta actitud puede afectar importantemente al proceso de decisión. En el sector marítimo, los propietarios suelen ser más pesimistas y muchas veces por intentar minimizar el riesgo se ha perdido grandes oportunidades.

d) Errores relacionados con la estructura de la compañía: en las empresas familiares, predominante en algunos sectores marítimos como el de transporte a granel, los problemas entre los miembros son frecuentes y pueden llevar a tomar decisiones erróneas o atrasadas en el tiempo.

e) Imitación: Algunas empresas tratan de seguir o copiar el comportamiento de otras o algún otro momento, pero deben entender que cada empresa y cada momento es único así que se debe realizar el correspondiente análisis del mercado.

3.9 PREDICCIÓN DE LOS CICLOS MARÍTIMOS

La existencia de los ciclos marítimos es indudable. El problema reside en que ningún ciclo es exactamente igual al resto, con lo que se complica la predicción.

Viendo la evolución de los últimos ciclos marítimos vemos claramente que los ciclos no siguen ningún patrón de regularidad, sino que son más bien un conjunto de bajadas y subidas. Por eso no podemos especular sobre la duración de estos, pero claro, probabilísticamente se pueden sacar algunas predicciones.

Muchos autores, (Stanford M.1994), (Culfley, 1995) entre otros, advierten que es totalmente imposible predecir las subidas y las bajadas del mercado, aunque una análisis de diferentes factores, como por ejemplo, el ciclo económico, la demanda de buques y de desguace, que afectan al ciclo marítimo puede reducir la incertidumbre pero nunca

eliminarla por completo ya que existen otros muchísimos factores exógenos que no podemos tener en cuenta (guerras, desastres naturales, etc.)

Algunos autores (Goulielmos M., 2007) y (Psifias M., 2007), dicen que la previsión de los ciclos marítimos y de cuando invertir nunca ha funcionado porque un pequeño error estimando la demanda de buques (por ejemplo un 1 %) se traduce en un gran número de buques, debido a que la demanda de tonelaje puede llegar a trillones de toneladas.

Por otro lado, en el artículo, *Shipping finance*, (Goulielmos M y Psifias M., 2006) dice que existe la posibilidad de predecir, de una forma orientativa los fletes, mediante el exponente Hurst. En este artículo se pretendía averiguar si los fletes seguían una distribución normal o por lo contrario eran totalmente aleatorios.

Según el exponente de Hurst, muchos fenómenos naturales son falsos fenómenos aleatorios, es decir que estos siguen una tendencia con “ruido”. El método de Hurst, llamando “Rescaled Range Analysis, R/S”, nos ayuda a determinar si el sistema a estudiar sigue alguna tendencia y nos da la oportunidad de ver si una serie, en apariencia aleatoria, se puede caracterizar por una tendencia a largo plazo.

Si $H = 0,5$, entonces la serie sigue es aleatoria

Si H varía entre: $0,5 < H \leq 1$ nos encontramos con un sistema que tiene memoria a largo plazo y que continuara desarrollándose con la misma tendencia anterior (si la serie crecía en $t-1$, en t también crecerá). Cuanto más alejado este H de 0,5 menor será la desviación de la serie.

Si H se encuentra en $0 \leq H < 0,5$ nos encontramos con una serie que sigue un patrón pero que si en $t-1$ crecía, en t decrecerá).

El artículo concluye con que los fletes no son completamente aleatorios. Que la evolución de los fletes tiene memoria y que el pasado y el presente, afecta al futuro. ($H=0,93$ a corto plazo, $H=0,74$ a medio plazo y $H=0,59$ a largo plazo).

Estos mismo autores, realizaron otro artículo, “*A study of trip and time charter freight rate indices: 1968-2001*”, (Goulielmos M y Psifias M., 2007) en el cual intentaban encontrar algún otro estadístico estudiando la evolución de los fletes, que demostrara que los precios de los fletes siguen más o menos una distribución, es decir no son aleatorios. En este artículo, mediante el test BDS, los autores demuestran que los índices analizados no son aleatorios sino que existe una dependencia no lineal entre ellos y desestiman que los índices sigan una distribución normal.

Otros autores como, Kopmans, Beenstock o Vergottis nos dicen que aunque la previsión exacta es imposible si es posible crear modelos matemáticos que nos den un información de base para tomar decisiones en el futuro.

Como se ve, los autores se encuentran divididos, no hay una opinión común, pero en una cosa están todos de acuerdo, que los inversores deben asumir que vivimos en un mundo con una economía muy compleja y que a menudo no tenemos datos estadísticos suficientes, cosa que complica la “predicción de los ciclos”.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE INVERSIÓN

Es este capítulo se estudian los diferentes métodos de evaluación de proyectos de inversión existentes en la actualidad y se comparan con el fin de escoger el más adecuado para el sector del transporte marítimo. Se centra en el estudio de las opciones reales, un método que aunque ampliamente conocido es poco utilizado por la complejidad del mismo.

4.1 INTRODUCCIÓN

Como hemos explicado en apartados anteriores, la industria del sector marítimo opera en un entorno global dinámico sujeto a un gran número de variables cuya predicción es muy complicada e incierta. En este contexto, uno de los desafíos de los empresarios, es el de valorar correctamente las estrategias de inversión y el riesgo que supone adentrarse en el mundo del sector marítimo y más teniendo en cuenta que éste es un sector de capital intensivo.

Como ya sabemos, el sector marítimo es una industria cuya demanda está fuertemente relacionada con el comercio internacional. A consecuencia de eso, el transporte

marítimo de mercancías está sujeto a cambios de demanda difícilmente predictibles además de muchas otras variables.

Por lo tanto una inversión en el sector del transporte marítimo puede ser considerada como un problema de evaluación de capital en gran escala en un contexto de un gran número de parámetros volátiles.

Debemos tener en cuenta que cuanto más volátil y más capital intensivo es la industria donde queremos invertir, más crítica es la elección correcta de la herramienta de valoración de inversiones, y por eso en el sector marítimo es tan importante este apartado.

Las decisiones del proyecto deben ser óptimas, no sólo en el momento de tomar la decisión de invertir en un proyecto, sino también respecto de las opciones disponibles en el futuro si nuestro entorno varía

En este apartado analizaremos diferentes estrategias de inversión para así intentar medir tanto el riesgo de la inversión como los beneficios esperados de ésta.

4.2 ESTRATEGIAS

Cualquier inversión se puede clasificar en función de la complejidad intrínseca del proyecto y del riesgo de mercado que tiene asociado. En la evaluación del proyecto, el reto de los que toman las decisiones es, en primer lugar, el de analizar el valor de la inversión correctamente y estudiar el valor añadido que aportaría a la empresa. Para lograr esto, las incertidumbres del proyecto, también conocidas como riesgos, y las posibles estrategias posibles deben ser identificadas e incorporadas en el proceso de presupuestación de capital. Estas incertidumbres pueden resolverse progresivamente en el tiempo, pero para tenerlas en cuenta, los gerentes deberían tener la flexibilidad necesaria para modificar las estrategias y poder ajustarlas a las nuevas informaciones.

4.2.1 ANÁLISIS DE FLUJO DE DESCUENTO DE CAJA, DFC

El análisis de descuento de flujos de caja, o, estrategias estáticas, incluyen diversas técnicas para ayudar a la empresa en la selección de proyectos en los que invertir. Se desarrolló como resultado directo de la síntesis de las teorías que aparecieron en finanzas en los años sesenta y principio de los setenta, en la que se combinan las propuestas de Modigliani y Miller con el modelo de equilibrio de activos financiero CAPM, desarrollado por Sharpe y Lintner. Estas técnicas no son teorías matemáticas, pero se utilizan cálculos matemáticos para calcular los flujos de caja de los diferentes

períodos. El hilo común entre estas técnicas es que los flujos de caja son descontados para reflejar el valor del dinero en el tiempo.

4.2.1.1 VALOR ACTUAL NETO, VAN

Para calcular el VAN se suman todos los flujos de caja asociados a un proyecto, tanto los positivos como los negativos son descontados al tipo de descuento seleccionado y luego se suman. El tipo de descuento seleccionado es el tipo de rendimiento ideal que la compañía busca para sus inversiones. Si el valor actual neto de un proyecto es positivo, la inversión generará flujos de caja adecuados ya que su tasa de rentabilidad es mayor que el tipo ideal. Si por el contrario este es negativo, el proyecto no se debería llevar a cabo. La determinación del VAN simplemente indica si la rentabilidad de un proyecto es mayor o menor que la tasa objetivo pero no indica cuanto difiere del objetivo. La fórmula para determinar el VAN es:

$$VAN = \sum_{t=1}^t \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I \quad (4.1)$$

Donde:

FC_t : es el flujo de caja de período t.

r : es el tipo de descuento.

t: años de vida del proyecto

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que cuando se analiza un proyecto de inversión bajo la óptica del criterio de valoración VAN se están realizando una serie de supuestos que afectan al resultado obtenido.

La principal característica del VAN clásico es que el inversor adopta su decisión inicial de aceptación/rechazo de la inversión bajo el supuesto de que permanece pasivo frente a las situaciones reales que se le presentan durante la vida del proyecto. En el mundo actual, las nuevas situaciones que se presentan a la empresa van seguidas de nuevas decisiones en un intento de adaptación a las mismas. No considerar este hecho supone, no solo un enfoque estático del problema, sino obviar el valor que aportan las posibilidades de actuación que pueda presentar un proyecto de inversión y que le permiten adaptarse mejor a la evolución del entorno.

Una segunda limitación del criterio del VAN es que la tasa de descuento utilizada se supone conocida y constante, dependiendo únicamente del riesgo del proyecto. Lo que implica suponer que el riesgo es constante, suposición falsa en la mayoría de los casos, puesto que el riesgo depende de la vida que le quede al proyecto y de la rentabilidad actual del mismo a través del efecto del apalancamiento operativo. Por tanto, la tasa de descuento varía con el tiempo y, además, es incierta.

La necesidad de proyectar los precios esperados a lo largo de todo el horizonte temporal del proyecto es algo imposible o temerario en algunos sectores, porque la gran variabilidad de aquéllos obligaría a esbozar todos los posibles caminos seguidos por los precios al contado a lo largo del horizonte de planificación. Como esto es muy difícil de hacer, de cara a la aplicación del VAN, arbitrariamente se eligen unos pocos de los muchos caminos posibles.

4.2.1.2 ÍNDICE DE RENTABILIDAD (IR)

Otra forma de valorar la inversión es mediante índice de rentabilidad (IR), que se define como el resultado de dividir el flujo de caja esperado por la inversión inicial necesaria.

$$IR = \frac{\sum_{n=1}^t \frac{FC_t}{(1+r)^t}}{I} \quad (4.2)$$

Donde:

FC_t : es el flujo de caja de período t .

r : es el tipo de descuento.

t : años de vida del proyecto

El proyecto sería efectuable si $IR > 1$.

4.2.1.3. TASA INTERNA DE RENDIMIENTO TIR

Mediante el TIR se pretende calcular el tipo de descuento al cual el valor actual del proyecto es cero. Por tanto, más que seleccionar un tipo de interés y calcular el valor actual, se iguala el valor actual a cero y se calcula el tipo de interés. Los proyectos disponibles pueden entonces ser ordenados por la tasa interna de retorno, seleccionando primero aquellos con tasas más altas.

Para el cálculo de la tasa interna de retorno se introducen los gastos de las inversiones con signo negativo y los ingresos con signo positivo y se omiten los beneficios y pérdidas. El cálculo es el siguiente:

$$\sum_{n=1}^t \frac{FC_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (4.3)$$

Donde,

FC_t : es el flujo de caja de período t.

r : es el tipo de descuento.

t: años de vida del proyecto

4.2.2 OPCIONES REALES

Como se ha dicho en el estudio de los análisis de descuento de cajas, para complementar a esta herramienta los gerentes deberían poder incluir sucesos futuros inciertos en el análisis de un proyecto de inversión de capital. Lo que se necesita es un parámetro adicional incorporado en la herramienta de presupuestación de capital, que capture la flexibilidad para adaptarse y cambiar los parámetros de inversión en respuesta a las condiciones del mercado.

Valor del proyecto con flexibilidad= valor del proyecto sin flexibilidad + valor de la flexibilidad

Para diferenciar entre el valor de proyecto con y sin flexibilidad (que normalmente se valora mediante el VAN), se pueden diferenciar los dos conceptos denominando: Valor Actual Neto pasivo al valor de proyecto sin flexibilidad y por otro lado, Valor Actual Neto activo al valor del proyecto con flexibilidad.

El método utilizado para calcular el parámetro que utilizaremos para incorporar esta flexibilidad es el método de las opciones reales, en cualquiera de sus variantes.

Hay que tener en cuenta que el método de opciones reales no está diseñado para reemplazar las técnicas tradicionales de valuación, sino para completarlas considerando el valor de la flexibilidad y de la estrategia empresarial. En la actualidad es poca la

aplicación del enfoque de opciones reales en el mundo empresarial a pesar de sus conocidas ventajas, una de las razones argumentada es la complejidad de las ecuaciones diferenciales y métodos numéricos de valoración.

La metodología de las opciones reales intenta valorar la flexibilidad de la gerencia y que las técnicas tradicionales no toman en cuenta. Los gerentes siempre tienen la alternativa de cambiar el curso de acción a media que evalúa como se desarrolla la incertidumbre, o inclusive de esperar antes de tomar una decisión. La técnica de opciones reales rescata valores adicionales en los proyectos, que posiblemente resultan intangibles cuando se utiliza exclusivamente el método tradicional de flujos de caja descontados. Cuanto mayor sea la incertidumbre o volatilidad de los flujos de caja esperados y el tiempo de expiración de la opción, mayor será el valor de la opción. Sin embargo, la valoración de opciones reales no es necesaria en todos los casos. Cuando las técnicas tradicionales de flujo descontado arrojan resultados extremadamente atractivos o muy negativos, la valuación por opciones reales no aportaría ningún beneficio adicional pero aumentaría los cálculos.

Desde el siglo XII se aplicaba, de manera implícita, el concepto de productos derivados cuando algunos comerciantes firmaban letras de cambio que prometían la entrega de la mercancía al comprador en una fecha futura, con el fin de protegerse de la fluctuación de precios. Los contratos de opciones han sido utilizados desde el siglo XVII en Holanda para la compra y venta de tulipanes (crisis de los tulipanes).

El primer intento por aplicar matemáticas a la valoración de opciones financieras fue de Luis Bachelier en 1900, pero solo hasta 1973 Fisher Black, Myron Scholes y Robert Merton publicaron en la revista *The Journal of Political Economy* el modelo más conocido para la valuación de opciones financieras, modelo que les mereció el premio Nobel.

En 1987 Myers menciona por primera vez el término opciones reales, refiriéndose a un enfoque para la valoración de proyectos de inversión. Este nuevo enfoque es una extensión del modelo de operaciones financieras de Black y Scholes, basándose en la similitud que existe entre comprar una opción financiera e invertir en un proyecto real. El método de las opciones reales surgió como respuesta a las inconformidades frente a la técnica convencional de flujos de caja descontados que no valoran el riesgo, la rentabilidad y la flexibilidad de un ejecutivo para tomar decisiones que genere valor.

Como se ha visto en los párrafos anteriores, el desarrollo de la teoría de opciones reales está estrechamente ligado con la teoría de opciones financieras. Muchos de los métodos

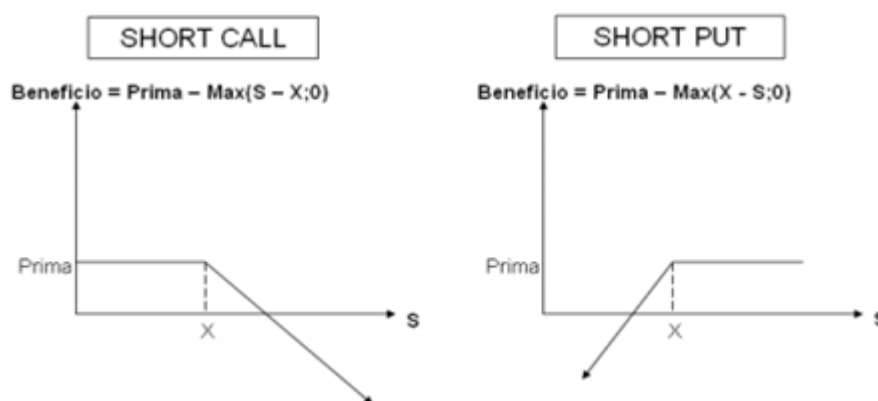
de valorización y algoritmos de solución de las opciones reales se basan los conceptos utilizados para las opciones financieras, con lo que para entender mejor el funcionamiento de las opciones reales deberíamos conocer cómo funcionan las opciones financieras.

4.2.2.1. OPCIONES FINANCIERAS

Básicamente, una opción es un derivado financiero, en cuanto a que es un producto financiero cuyo valor se basa en el precio de otro activo financiero, que recibe el nombre de subyacente.

Las opciones son contratos que se establecen entre dos partes: un comprador y un vendedor. En estos contratos se establece un precio de ejercicio (en inglés *strike*) por el que se tiene la opción de comprar (en inglés *call*) o vender (en inglés *put*) un producto financiero (subyacente) a un precio de ejercicio en un periodo de tiempo especificado (fecha de vencimiento). El comprador de la opción (en inglés *long position*) tiene el derecho, pero no la obligación de ejercer el contrato, mientras que el vendedor (en inglés *short position*) es una figura pasiva, puesto que ha de ejercer el contrato si así lo requiere el comprador. Por ello, recibe a cambio una cantidad de dinero llamada prima o “valor de la opción”.

Lógicamente, al comprador le interesa ejercer una *call* cuando el precio de ejercicio al que compre sea menos que el precio del subyacente, mientras que le interesaría ejercer una *put* cuando el precio de ejercicio al que venda sea mayor que el precio del subyacente. En la siguiente figura se observa las rentabilidades según el tipo de opción y la posición adquirida. Se denota con la letra *X* al precio de ejercicio y al precio del activo subyacente con *S*. En la siguiente figura, Figura 4.1, se observa esquemáticamente los diferentes tipos de opciones financieras.



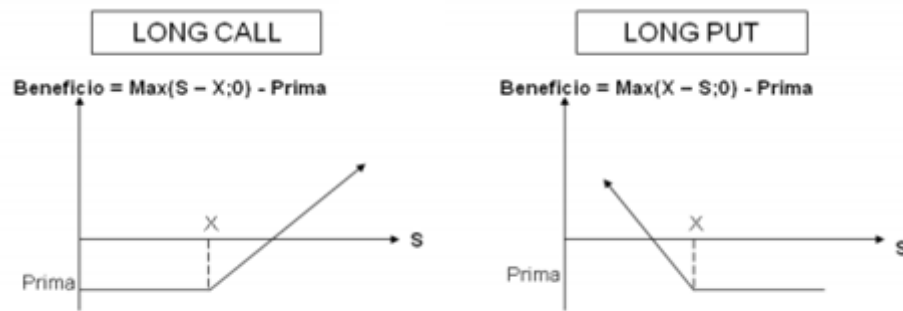


Figura 4.1: Rentabilidades según el tipo de opción y la posición adquirida (Palomares, J. 2010)

La conclusión que se extrae de la figura anterior es que en las opciones financieras simples, el comprador pierde como máximo la prima, mientras que el vendedor gana como máximo la prima, sin tener límite en la pérdida. En resumidas cuentas, las opciones son instrumentos que mitigan o no el riesgo, según qué parte del contrato se la implicada.

Las opciones que solo pueden ejercerse en la fecha del ejercicio reciben el nombre de opciones europeas, mientras que aquellas que pueden ejercerse en cualquier instantes desde la firma del contrato hasta una fecha límite de ejercicio se llaman opciones americanas. Las opciones americanas aportan una mayor flexibilidad al comprador y, por lo tanto suelen tener un valor de prima más elevado que si se tratase de una opción de compra europea.

A parte de la clasificación por fecha de ejercicio también podemos clasificar las opciones según la relación del precio del activo subyacente y el precio del activo de ejercicio:

a) Opciones dentro de dinero (in-the-money, o ITM)

Son aquéllas que si se ejerciesen ahora mismo proporcionarían una ganancia. Así las opciones de compras serán ITM cuando el precio de ejercicio sea inferior al precio del activo subyacente.

b) Opciones fuera de dinero (out-of- the – Money, o OTM)

Son aquéllas que si se ejerciesen ahora mismo proporcionarían una pérdida. Así las opciones de compras serán OTM cuando el precio de ejercicio sea superior al precio del activo subyacente.

c) Opciones en el dinero (at the Money, o ATM)

Son aquéllas cuyo precio de ejercicio es igual, o muy parecido, al precio del activo subyacente.

4.2.2.2 FUNCIONAMIENTO DE LAS OPCIONES REALES

El análisis de opciones reales, es un método de estudio de inversiones, que incorpora las incertidumbres inherentes del entorno en el que trabajamos y la posibilidad de controlar activamente nuestro proyecto en respuesta a las cambiantes circunstancias y así poder adecuarlo según la nueva información disponible que nos vaya llegando con el tiempo.

Con el enfoque de las opciones reales actualmente una empresa puede considerar algunas alternativas futuras como son: el abandono del negocio si los resultados se alejan de lo proyectado, la expansión si los resultados superan lo esperado, el aplazamiento de la inversión si vale la pena esperar el momento indicado o la suspensión temporal del proyecto con el fin de evitar flujos de caja negativos. La aplicación oportuna de estas opciones podría incrementar el valor del proyecto y de la empresa.

La valoración de proyectos de inversión a través de la metodología de las opciones reales se basa en que la decisión de invertir puede ser alterada fuertemente por: el grado de irreversibilidad, la incertidumbre asociada y el margen de maniobra del decisor.

En concreto la valoración de las opciones reales es más importante cuando:

- a) Existe una gran incertidumbre donde el equipo directivo puede responder flexiblemente a la nueva información. Si la incertidumbre fuese pequeña o no existiese las opciones reales carecería de valor puesto que serían inútiles.
- b) El valor del proyecto está próximo a su umbral de rentabilidad (si el VAN es muy grande casi con toda seguridad el proyecto se realizara sea cual sea su flexibilidad; por otro lado, si el VAN es muy negativo el proyecto será desechado sin hacer caso de la flexibilidad.

En la siguiente tabla, 4.1 podemos ver como afectara la flexibilidad en diferentes casos:

		incertidumbre	
		<i>alta</i>	<i>baja</i>
Espacio para la flexibilidad operativa	<i>alta</i>	Flexibilidad operativa alta	Flexibilidad operativa moderada
	<i>baja</i>	Flexibilidad operativa Moderada	Flexibilidad operativa baja

Tabla 4.1: valor de la flexibilidad operativa (Macarellas, J. 2007)

En la valoración de las empresas, la flexibilidad operativa, es especialmente importante en el caso de empresas con un único producto, como el caso de la mayoría de empresas del sector marítimo.

La posibilidad de realizar un proyecto de inversión tiene un gran parecido con una opción para comprar una acción. Ambos implican el derecho, pero no la obligación, de adquirir un activo pagando una cierta suma de dinero en cierto momento o, incluso, antes. Las opciones reales son aquellas cuyo activo subyacente es un activo real.

En la tabla 4.2 podemos ver la analogía entre opción de compra real y opción de compra financiera.

Proyecto de inversión	variable	Opción de compra
Desembolsos requeridos para adquirir el activo real	X	Precio de ejercicio
Valor actual de los flujos de fondos esperados	S	Precio del activo financiero
Longitud del tiempo que se puede demorar la decisión de inversión	t	Tiempo hasta el vencimiento de la opción de compra
Volatilidad del flujo de caja del proyecto	σ^2	Varianza de los rendimientos
Valor temporal del dinero	r	Tasa de interés sin riesgo
Flujos de caja a los que se renuncia por no realizar ahora mismo la inversión	D	Dividendos del activo subyacente

Tabla 4.2: Parámetros para el cálculo de una opción de compra “call”.

A continuación explicaremos con más detalle cada una de las variables que intervienen:

- a) *El precio del activo subyacente (S):* En la opción financiera indica el precio actual del activo financiero subyacente; mientras que en la opción real indica el valor actual del activo real subyacente, es decir, el valor actual de los flujos de caja que se espera genere dicho activo.
En la opción financiera lo común es conocer con certeza el valor del activo financiero subyacente, mientras que en caso de las opciones reales en muchas ocasiones el valor actual del activo real subyacente sólo se conoce de manera aproximada.
- b) *El precio de ejercicio (X):* en la opción financiera indica el precio al que el propietario de la opción puede ejercerla, es decir, el precio que puede pagar para comprar el activo financiero subyacente (Call). En la opción real, indica el precio a pagar por hacerse con el activo real subyacente, es decir, con sus flujos de caja (por ejemplo; en un proyecto de inversión, será el desembolso inicial)
- c) *El tiempo hasta el vencimiento (t):* tiempo de que dispone su propietario para poder ejercer la opción
- d) *Riesgo o volatilidad (σ):* varianza, o desviación típica, de los rendimientos del activo subyacente. Indica la volatilidad del activo subyacente cuyo precio medio es S pero que puede oscilar en el futuro, la media de dicha oscilación es la desviación típica de los rendimientos.
- e) *El tipo de interés sin riesgo (r_f):* Refleja el valor temporal del dinero y es la tasa recibida por una persona al realizar una inversión en entidades con perfecta solvencia, por lo que se considera que no existe riesgo alguno.
- f) *Los dividendos (D):* Dinero líquido generado por el activo subyacente durante el tiempo que el propietario de la opción la posee y lo no ejerce. En el caso de una opción de compra financiera para acciones, mientras el propietario no ejerza su opción de compra, éste no será accionista, y, por lo tanto, no tendrá derecho a los dividendos. En el caso de las opciones reales de compra, es el dinero que genera el activo subyacente, mientras el propietario de la opción no la ejerza.

4.2.2.3 INFLUENCIA DE ALGUNAS VARIABLES EN EL VALOR DE UNA OPCIÓN DE COMPRA

Un aumento en el precio actual del activo subyacente, aumentara el valor de la opción de compra ya que se incrementa la diferencia entre el valor del activo subyacente y el precio del ejercicio, es decir la ganancia que se obtiene al comprar.

En respecto con el precio del ejercicio, si este aumenta, el valor de la opción disminuye ya que disminuye la ganancia que se obtiene al comprar.

La posibilidad de posponer una inversión (se denomina técnicamente opción de diferir) proporciona a la empresa un tiempo adicional para examinar la tendencia de los acontecimientos futuros reduciendo, al mismo tiempo, la posibilidad de incurrir en costosos errores debidos a que los acontecimientos se han desarrollado en contra de lo previsto. Cuanto mayor sea el intervalo de tiempo (t), que se tiene de margen para demorar la decisión final, mayor será la posibilidad de que los acontecimientos se desarrollen de forma favorable aumentando la rentabilidad del proyecto. Es evidente, que si dichos acontecimientos fuesen contrarios a los intereses del decisor, este renunciaría a realizar el proyecto evitando así una pérdida innecesaria.

En cuanto al riesgo asociado al proyecto (σ), es preciso señalar que cuanto más grande sea más valiosa será la opción de diferir el proyecto.

Un aumento del tipo de interés sin riesgo (r_f) produce un descenso del valor del activo (al penalizar el valor actual de los flujos de caja esperados) y, al mismo tiempo, reduce el valor actual del precio de ejercicio.

En resumen, el efecto de dichas variables sobre los dos tipos de opciones se expone en la tabla 4.3, donde el signo “+” indica que si la variable aumenta, el valor de la opción también lo hace, y el signo “-” indica lo contrario.

Variables	Compra
S	+
X	-
t	+
σ	+
r_f	+
D	-

Tabla 4.3: *Influencia de algunas variables en el valor de una opción de compra*

4.2.2.3 CATEGORÍAS BÁSICAS DE OPCIONES REALES

A continuación, se presenta varios tipos de opciones reales que comúnmente se pueden encontrar en los proyectos de inversión

4.2.2.3.1 Opción de crecimiento

Le permite al inversor la posibilidad de incluir dentro de un proyecto de inversión oportunidades de inversión adicionales. Aumentar la capacidad, introducir nuevos productos o adquirir otras empresas, entre otros.

La perspectiva de las opciones de crecimiento permite planear estratégicamente el presupuesto de fondos para inversiones a largo plazo.

Esta opción de inversión se parece a una opción de compra americana. En el sector marítimo una opción de crecimiento, sería por ejemplo, la adición de otro buque a nuestra flota.

4.2.2.3.2 Opción de espera

En este tipo de opciones, se refleja la flexibilidad que puede tener el gerente en esperar a tomar una decisión de inversión o asignación de recursos hasta que la circunstancia lo haga aconsejable.

Posponer la inversión de un proyecto, puede permitirle a los directivos evaluar información adicional y monitorear la evolución de las variables aleatorias de interés. Sin embargo, esperar puede tener costos potenciales, en términos de que si no aprovecho la oportunidad otro puede hacerlo.

4.2.2.3.3 Opción de abandono

Esta opción proporciona a su propietario el derecho a suspender la aplicación de un proyecto determinado ya sea vendiendo, liquidando o mediante la modificación de su uso reorientándolo hacia otro producto. Este tipo de opciones aparece en muchos tipos de negocios.

Se debe “abandonar” cuando el proyecto no se justifica económicamente. Una vez que el proyecto ya no es rentable, la empresa busca disminuir sus pérdidas ejerciendo la opción de abandonar el proyecto. Esta opción real de liquidación es equivalente a una opción de venta americana con un precio de ejercicio igual al valor de venta del proyecto.

La decisión de continuar o abandonar en algún momento futuro de la vida del proyecto depende de la situación en que se encuentre en cada periodo. En aquellos casos donde el valor de abandono excede el valor presente de los flujos de caja futuros resultará más beneficioso la decisión de abandono, aun cuando se está obteniendo un VAN positivo. En general la opción de abandono reduce el riesgo de fracaso de un proyecto y debe considerarse desde su análisis. En el sector marítimo sería por ejemplo la decisión de vender un buque.

4.2.2.3.4 Opción de suspensión

Los directivos tiene la opción de suspender temporalmente el proyecto, para impedir flujos de efectivos negativos. La opción de suspensión también reduce el riesgo de fracaso de un proyecto.

4.2.2.4 RELACIÓN ENTRE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN Y LAS OPCIONES

A partir de las estrategias estáticas podemos explicar el funcionamiento de las opciones reales. Como vimos anteriormente, un proyecto es efectuable si su VAN es mayor que cero. Si incorporamos el tiempo de espera que podemos demorar la inversión, en la valoración del proyecto, el valor de la inversión a futuro debe disminuir, pues estos recursos, al no ser invertidos en el proyecto, se invierten a la tasa libre de riesgo. A este VAN con el tiempo incorporado lo llamaremos VAN_t .

$$VAN_t = \sum_{n=1}^t \frac{FC_t}{(1+r)^t} - \frac{I}{(1+r)^t} \quad (4.4)$$

Donde

FC_t : es el flujo de caja de período t.

r: es el tipo de descuento.

t: años de vida del proyecto

Si el tiempo hasta que se puede aplazar la decisión de invertir es 0, el proyecto se analizaría mediante el VAN, si por el contrario, existiese la posibilidad de retrasar la decisión deberíamos incorporar en la valoración el riesgo del proyecto (σ).

La variabilidad de los rendimientos del proyecto viene dada por la varianza de sus rendimientos (σ^2). Si la multiplicamos por la cantidad de periodos de tiempo que aún quedan hasta el vencimiento obtendremos la varianza acumulada $\sigma^2 * t$, que nos mide cuanto podrían variar las cosas antes de tener que tomar la decisión de invertir.

En la siguiente tabla, 4.4 podemos ver los casos que se pueden dar dependiendo del Van, el VAN actualizado y la varianza acumulada:

No se ejercita la opción	Se ejercita la opción
$VAN < 0$, $VAN_t < 0$ y baja $\sigma^2 \cdot t$	$VAN > 0$, $VAN_t > 0$ y baja $\sigma^2 \cdot t$ Ejercer la opción ahora
$VAN < 0$, $VAN_t < 0$ y alta $\sigma^2 \cdot t$ Aquí se debería hacer un estudio continuo para ver si mejoran las variables, si no, se descarta	$VAN < 0$, $VAN_t > 0$ y alta $\sigma^2 \cdot t$ Aquí se debería mantener la opción de compra hasta que nuestro VAN fuese positivo

Tabla 4.4: Relación entre VAN , VAN actualizado y $\sigma^2 \cdot t$ (Fallón, E. 2005)

Como podemos ver en la tabla anterior, que el VAN sea negativo, no tiene por qué significar que el proyecto no sea atractivo de realizar. Con el enfoque clásico de las estrategias estáticas podemos llegar a descartar proyectos que en este momento no son rentables, pero que dado que el entorno futuro es variable, en un tiempo determinado si lo sea.

Por esto mismo, aunque un proyecto no ofrezca en este momento la rentabilidad deseada, valorarlo como opciones nos permite verificar, en términos cuantitativos, si la incertidumbre del entorno lo favorece.

4.2.2.5 METODOLOGÍA A UTILIZAR PARA EVALUAR LAS OPCIONES FINANCIERAS

Valorar una opción es calcular la prima que el comprador de la misma ha de pagar a la hora de firmar el contrato. Dentro del valor de la prima, el verdadero objeto de estudio es calcular el riesgo asociado a la fluctuación entre el valor esperado S_0 y el precio final del subyacente, S . Esta fluctuación recibe el nombre de valor temporal de la acción. Definimos valor intrínseco de la opción como el $\text{Máx.}(S_0 - X; 0)$ para el caso de una call ó $\text{Máx.}(X - S_0; 0)$ en el caso de una put., con lo que el valor de la prima queda como:

Prima= Valor de la opción= Valor intrínseco + Valor temporal	(4.5)
--	-------

De entre los diferentes métodos existentes para la valoración de opciones, existen cuatro muy importantes: el método binomial, el empleo de la ecuación de Black y Scholes y la simulación de Monte Carlo, método de las diferencias finitas, como se explica a continuación.

- Modelo de Black- Scholes: en un modelo analítico dado a conocer con la publicación de Fischer Black y Myron Scholes con la colaboración de Robert Merton en 1973
 - Modelo Extendido: Modelo de Black-Scholes extendido.
- Modelo binomial: Es un modelo basado en un proceso binomial multiplicativo, presentado por Cox, Ross y Rubstain en 1974
 - Modelo binomial logarítmico transformado: Propuesto por Trigeoris en 2002 y 1996.
- Modelo de diferencia finitas: propuesto por Brennan y Schawartz en 1977, el cual valor una opción resolviendo la ecuación diferencia que esa opción satisface. La ecuación diferencial se transforma en un sistema de ecuaciones en diferencias que se resuelven en varias iteraciones.
- Modelo de Montecarlo: Propuesto por Mascareña, Lamothe, Lopez, Luna 2004 y Longstaff, Schawartz, 2001. Herramienta muy potente pero de muy alta complejidad conceptual.

Para el cálculo de opciones financieras los más utilizados son los dos primeros, el método binomial y la ecuación de Black y Scholes. En los siguientes apartados estudiaremos más a fondo estos dos métodos.

La diferencia entre ellos es que el método binomial es aplicable en todos los casos, pero exige un elevado número de cálculos, mientras que el empleo de la ecuación de Black y Scholes es relativamente simple, pero no se puede aplicar a la totalidad de los casos.

En la siguiente tabla, 4.5 podemos ver resumidamente cuando utilizar un método u otro para la valoración de opciones financieras.

Pago de dividendos	Tipo de opción	Opción Put	Opción Call
Sin dividendos	Opción europea	Black and Scholes	Black and Scholes
	Opción americana	Binomial	Binomial
Con dividendos	Opción europea	Binomial Black and Scholes corregida	Binomial Black and Scholes corregida
	Opción americana	Binomial	binomial

Tabla 4.5. *Métodos de valoración según el tipo de opciones*

4.2.2.5.1 Modelo de Black- Scholes

Fischer Black y Myron Scholes plantean en 1973 el primer modelo para valuación de opciones financieras sin necesidad de la tasa de interés requerida en el método tradicional (VAN) para descontar los flujos de caja. Hoy día es utilizado también para valorar opciones reales

A continuación se presentan los supuestos básicos del modelo de Black- Scholes:

1. Mercado financiero perfecto, en el sentido de que los inversores pueden pedir prestados los recursos monetarios que necesiten, sin limitación alguna, a la vez que prestar sus excedentes de liquidez al mismo tipo de interés sin riesgo “ r ” que es conocido y considerado constante en el periodo estimado
2. No hay costos de transacción
3. No hay imperfecciones emitir una opción
4. Ausencia de impuestos, y si existen, gravarían por igual a todos los inversores.
5. La acción o activo subyacente no paga dividendos ni cualquier otro tipo de reparto de beneficios durante el periodo considerado
6. Se consideran opciones europeas
7. Son posibles las ventas al descubierto del activo subyacente, es decir, ventas sin poseer el activo.
8. La negociación en los mercados es continua
9. El precio del subyacente (S) realiza un recorrido aleatorio con variancia (σ^2) proporcional al cuadrado de dicho precio.
10. La varianza de la rentabilidad del subyacente es conocida y constante por unidad de tiempo del periodo.
11. Los precios del subyacente al vencimiento se distribuyen Log-normalmente.

Según Fischer Black y Myron Scholes, las fórmulas para los precios de opciones reales de compra y de venta, de tipo europeo que no pagan dividendo, son las que se muestran a continuación.

$$C = S \cdot N(d1) - X \cdot e^{-rt} \cdot N(d2) \quad (4.6)$$

$$P = X \cdot e^{-rt} \cdot N(-d2) - S \cdot N(-d1) \quad (4.7)$$

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot t}{\sigma \sqrt{t}} \quad (4.8)$$

$$d2 = d1 - \sigma \sqrt{t} \quad (4.9)$$

Siendo:

C: valor de una opción de compra “call”

P: valor de una opción de venta “Put”

S: precio del activo subyacente

X: Precio de ejercicio

r: tasa libre de riesgo

σ : volatilidad o desviación estándar del valor del activo subyacente

t: tiempo hasta el vencimiento de la opción

N(di): Valores de la función de distribución normal estandarizada para (i), donde:

- N(d1): probabilidad acumulativa de d1 o delta que detona la sensibilidad del precio de la opción a los cambios en el precio de la acción
- N(d2): probabilidad acumulativa de d2 o la probabilidad de que la opción se ejerza a su vencimiento.

Dado que en un entorno de inversión real es imposible que se cumplan los supuestos necesarios para que la formula arroje una valoración exacta, su uso en la evaluación de proyectos de inversión real se limita simplemente al de proveer un marco analítico que, desde un punto de vista prospectivo, permite incorporar el efecto y el valor calculado que tiene la incertidumbre con respecto a situaciones futuras.

En este modelo, podemos definir además otras variables, Delta y Gamma, que nos pueden servir como referencia para la determinación de la sensibilidad de la decisión de invertir:

- $\Delta = N(d1)$

Donde, delta es la probabilidad de cambio de precio del activo subyacente y, desde el punto de vista matemático es la primera derivada parcial del valor de una opción de compra (C), con respecto al activo subyacente (S). El valor de delta nos permite estudiar el efecto de los cambios futuros en el activo subyacente, respecto al valor de la opción.

1. Delta <100%: el valor de la opción cambia de la misma manera que S, y probablemente será ejercida
2. Delta <50% Un cambio en el precio de S causa la mitad de cambio en el precio de la opción; hay un 50% de probabilidades que la opción se ejerza.
3. Delta $\approx 0\%$: La opción no presenta sensibilidad alguna a cambios de valor de S: por lo consiguiente, es muy poco probable que se ejerza.

- $\Gamma = \frac{N(d1)}{(S \cdot \sigma \cdot \sqrt{t})}$

Donde Gamma nos determina la estabilidad de delta con respecto al precio de S y, desde el punto de vista matemático es la segunda derivada parcial del valor de una opción de compra (C), con respecto al activo subyacente (S). El valor de gamma nos puede dar la siguiente clasificación

1. Gamma <1%: muestra una delta estable a cambios en el precio del activo subyacente.
2. Gamma entre 1% y 10%: muestra una estabilidad moderada de delta
3. Gamma elevada: muestra poca estabilidad de delta y sensibilidad extrema a cambios en S.

No se ejercita la opción	Se ejercita la opción
VAN<0, VAN _t <0 y baja volatilidad. Delta menor que 50% y gamma < 1%	VAN>0, VAN _t >0 y baja $\sigma^2 \cdot t$ Delta cercana a 100% y gamma moderada. Ejercer la opción ahora
VAN<0, VAN _t <0 y alta $\sigma^2 \cdot t$ Aquí se debería hacer un estudio continuo para ver si mejoran las variables, si no, se descarta Delta <50% y gamma cercano a 1%	VAN<0, VAN _t >0 y alta $\sigma^2 \cdot t$ Aquí se debería mantener la opción de compra hasta que nuestro VAN fuese positivo. Delta mayor que 50% y gamma moderado, cercano a 1%

Tabla 4.6: relación entre VAN, VAN_t, delta y Gamma (Fallón, E.2005)

En la tabla anterior, Tabla 4.6 se puede ver la relación entre el VAN y los valores delta y Gamma

4.2.2.5.2 Modelo de Black- Scholes extendido

En 1973 Merton extendió las formulas anteriormente citadas para la valuación de activos que pagan dividendos.

$$C = S \cdot e^{-Dt} \cdot N(d1) - X \cdot e^{-rt} \cdot N(d2) \quad (4.10)$$

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - D + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \quad (4.11)$$

$$d2 = d1 - \sigma\sqrt{t} \quad (4.12)$$

Siendo:

C: valor de una opción de compra “call”

D: dividendos que paga el activo

S: precio del activo subyacente

X: Precio de ejercicio

r: tasa libre de riesgo

σ : volatilidad o desviación estándar del valor del activo subyacente

t: tiempo hasta el vencimiento de la opción

4.2.2.5.3 Modelo binomial

Este método desarrollado por Cox, Ross y Rubinstein a finales de los 70. Este método se fundamenta en algebra sencilla, por lo que resulta ser más intuitivo que el método de Black and Scholes. Además, es un método de gran aplicación ya que aparte de poder ser visualizado en un diagrama, se puede generalizar par distintos tipos de opciones, sean del tipo americanas o europeas.

Los supuestos a considerar en el modelo Binomial son los siguientes

1. Mercado financiero perfecto, esto es, competitivo y eficiente
2. El cambio del valor del activo con el tiempo es definido por la volatilidad que este adquiere
3. Ausencia de costos de transacción, de información e impuestos
4. Posibilidad de comprar o vender en descubierto sin limitación alguna.
5. Existencia de una tasa de interés sin riesgo a corto plazo (rf) conocida, positiva y constante para el periodo considerado. Esto implica la posibilidad de prestar o tomar prestado al mismo tipo de interés (rf)

6. Todas las transacciones se pueden realizar de forma simultánea y los activos son perfectamente divisibles
7. La acción o activo subyacente no paga dividendos, ni cualquier otro tipo de reparto de beneficios, durante el periodo considerado.
8. El precio del activo subyacente evoluciona según un proceso binomial multiplicativo a lo largo de períodos discretos de tiempo.

El método binomial es un modelo de tipo discreto que considera que la evolución del precio del activo subyacente solo puede tomar dos valores posibles, uno de alza con probabilidad “p” y uno de baja con probabilidad “(1-p)”. En cada intervalo de tiempo el valor del activo aumenta en “U” y disminuye en “D”, factores que representan que depende de la variabilidad del precio del activo subyacente y del tiempo de expiración.

Finalmente, la metodología requiere traer el valor final al presente a través de los nodos de tiempo. Mientras más periodos de tiempo se evalúen, más se aproximarán los resultados de árboles binomiales a la valuación de Black-Scholes.

A continuación desarrollaremos el método binomial con más detalle. Como se comentado anteriormente, el valor del activo puede evolucionar con un movimiento de subida U o en un movimiento descendiente D

$$U = e^{(\sigma\sqrt{\Delta t})} \quad (4.13)$$

$$D = \frac{1}{U} \quad (4.14)$$

Donde:

σ = desviación típica anual de los rendimientos del activo

Δt = variación de tiempo que ocurre de un periodo al siguiente.

La probabilidad de que exista una subida U en el valor viene representada por p y la de descenso D viene representada por q:

$$p = \frac{1 + R_f - D}{U - D} \quad (4.15)$$

$$q = 1 - p \quad (4.16)$$

Donde:

Rf: rendimiento sin riesgo

U= factor multiplicativo ascendente

D= factor multiplicativo descendente

Con lo anteriormente explicado, podemos escribir la hipótesis del método binomial (mundo neutral al riesgo) como:

$$1 = \frac{p \cdot U + (1-p) \cdot D}{1+Rf} \leftrightarrow S = \frac{p \cdot SU + (1-p) \cdot SD}{1+Rf} \quad (4.17)$$

La idea es crear un proceso de difusión del valor del activo basándose en los movimientos de subida U y de bajada D del valor presente del proyecto (PV) como se muestra en la Figura 4.2.

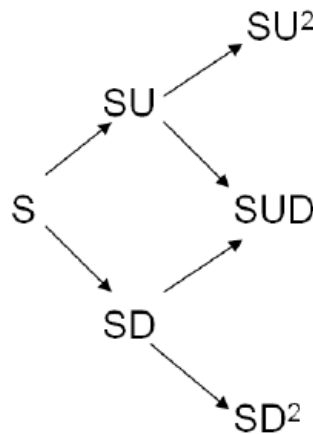


Figura 4.2. Reticulado binomial del activo subyacente (Palomares, J, 2010)

El reticulado binomial del activo subyacente se lee de izquierda a derecha, siendo el valor del nodo izquierdo extremo el valor actual neto del activo subyacente. En la siguiente figura podemos ver la estructura de un árbol binomial con cinco oportunidades de ejercicio:

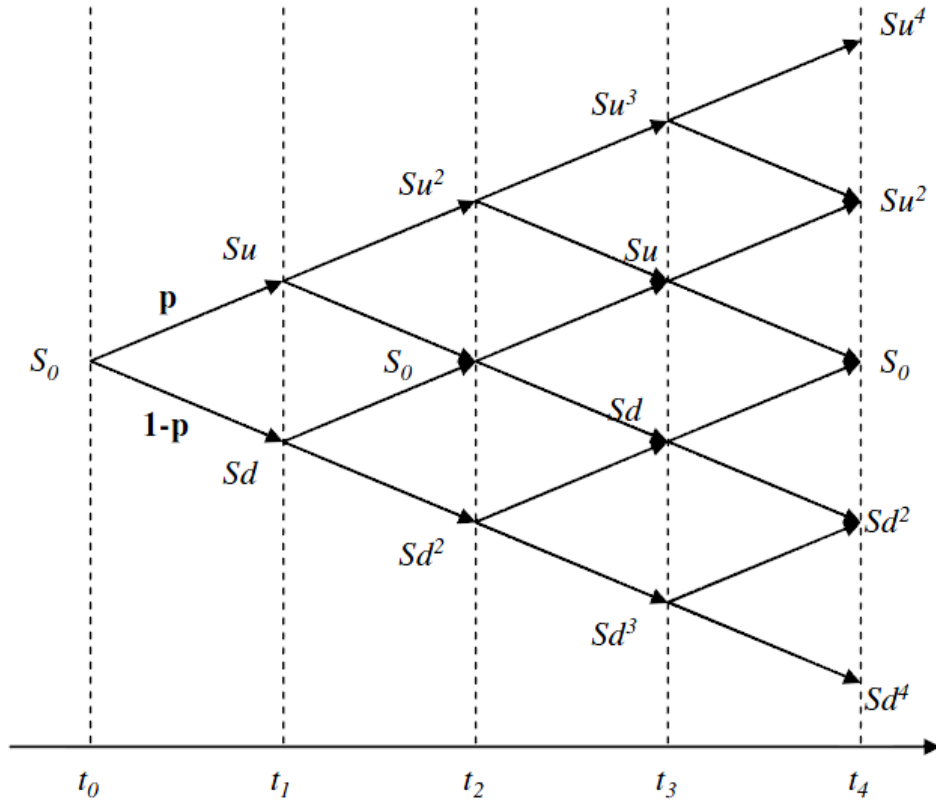


Figura 4.2: Árbol binomial con cinco oportunidades de ejercicio (Barría, E. 2008)

Podemos realizar un árbol binomial con tantos pasos como deseemos. El valor de la opción europea para n periodos y un precio de ejercicio X , tiene la siguiente expresión:

$$c = \frac{1}{(1 + R_f)^n} \times \sum_{k=0}^n \left[\frac{n!}{(n-k)!k!} \times p^k \times (1-p)^{n-k} \times \max\{(SU^k D^{n-k} - X), 0\} \right] \quad (4.18)$$

4.2.2.5.4 Método binomial logarítmico Transformado

El modelo estudiado es una variante del modelo de valoración binomial, en el que se asume un contexto de valoración neutral al riesgo con el que se consigue aproximar, mediante un proceso de tipo discreto, la evolución del valor del proyecto o subyacente que se supone, es un proceso de tipo continuo.

Se parte de que el precio de un determinado activo evoluciona según un proceso de difusión definido mediante la siguiente ecuación diferencial estocástica

$$\frac{dS}{S} = \lambda dt + \sigma dz \quad (4.19)$$

Siendo:

dS/S = variable aleatoria que es la rentabilidad instantánea del proyecto

λ = tasa de rentabilidad anual esperada del proyecto

σ^2 = varianza anual de la tasa de rentabilidad del proyecto

dt =variación infinitesimal de tiempo

dz = Proceso de Wiener Standard

Resolviendo la ecuación diferencial del proceso estocástico $W=\ln S$ corresponde a la siguiente expresión:

$$dW = \ln\left(\frac{S_{t+dt}}{S_t}\right) = \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)dt + \sigma dz \quad (4.20)$$

Ecuación que corresponde a un proceso de Wiener para el cual se verifica:

a) $\Delta W_t = W_{t+\Delta t} - W_t$ es una variable con distribución normal $N\left(\left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\Delta t; \sigma^2 \Delta t\right)$

b) ΔW_t y $\Delta W_{t'}$ son variables aleatorias independientes siempre que $|t' - t| > \Delta t$

Si se define $K = \sigma^2 \Delta t$ y $\mu = r - \frac{1}{2}\sigma^2$, entonces se puede escribir $E[\Delta W] = \mu K$ y

$\text{Var}(\Delta W) = K$

El modelo aproxima el proceso W mediante un proceso discreto y de tiempo discreto que es un camino aleatorio $\{C_{n\Delta t}; n = 1, 2, \dots\}$ para el cual $C_0 = W_0 = \ln(S_0)$.

$$C_{n\Delta t} - C_{(n-1)\Delta t} = \Delta C = \begin{cases} +H & \text{con probabilidad } P \\ -H & \text{con probabilidad } (1 - P) \end{cases} \quad (4.21)$$

Y en que, como consecuencia:

$$E(\Delta C) = 2PH - H \quad (4.22)$$

$$\text{Var}(\Delta C) = H^2 - (E(\Delta C))^2 \quad (4.23)$$

Finalmente, para que el proceso discreto sea consistente, es decir, que tenga en todo momento la misma media y varianza que el proceso continuo, se ha de verificar:

$\mu K = 2PH - H$, de donde se obtiene que:

$$P = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{\mu K}{H}\right) \quad (4.21)$$

$K = H^2 - (E(\Delta C))^2$, de donde se obtiene que:

$$H = \sqrt{K + (\mu K)^2} \quad (4.22)$$

El intervalo de tiempo Δt se selecciona dividiendo el horizonte temporal T del proyecto de inversión en $N \geq T$ intervalos de tiempo de igual amplitud, de forma que $T_u = T/N$, logrando una mayor aproximación cuanto mayor sea N .

4.2.2.6 OPCIONES REALES BORROSAS

Como hemos visto en los apartados anteriores, una de las principales variables en la valuación de una opción real es el valor presente de los flujos futuros de caja. Estos flujos son estimados, ya que no existe certeza respecto a su verdadero valor; por lo tanto, una mala estimación de dichos valores llevaría a tomar una mala decisión.

El método de las opciones reales borrosas permite representar los flujos de fondo futuros por medio de una distribución de posibilidades, y de esta forma captar la incertidumbre que estos presentan.

Se parte de las fórmulas de Black-Scholes extendido, pero donde S se estima a partir de una distribución de probabilidad trapezoidal de la forma:

$$S = (s1, s2, \alpha, \beta)$$

Donde $[s1, s2]$ es el centro del número borroso S y es el intervalo que contiene los valores más posibles del valor actual de los flujos de caja. $(s2 + \beta)$ es el valor más alto que puede tomar el valor actual y $(s1 - \alpha)$ es el valor mínimo.

Asimismo, se puede estimar también X , mediante otra distribución trapezoidal que funciona de la misma manera que la anterior:

$$X = (x1, x2, \alpha', \beta')$$

Si reescribimos las fórmulas de Merton (o Black-Scholes extendido), ecuaciones 10, 11 y 12:

$$C = S \cdot e^{-Dt} \cdot N(d1) - X \cdot e^{-rt} \cdot N(d2) \quad (4.10)$$

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - D + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \quad (4.11)$$

$$d2 = d1 - \sigma\sqrt{t} \quad (4.12)$$

Donde $E(S)$ es el valor esperado de los flujos futuros de caja, $E(X)$ es el valor esperado de los costes y $\sigma=\sigma(S)$ es la varianza del valor actual de los flujos de caja esperados. Si desarrollamos las fórmulas, estas quedan:

$$C = (s1, s2, \alpha, \beta) \cdot e^{-Dt} \cdot N(d1) - (x1, x2, \alpha', \beta') \cdot e^{-rt} \cdot N(d2) =$$

$$(s1e^{-Dt} \cdot N(d1) - x2e^{-rt} \cdot N(d2), s2e^{-Dt} \cdot N(d1) - x1e^{-rt} \cdot N(d2), \alpha e^{-Dt} \cdot N(d1) + \beta'e^{-rt} \cdot N(d2), \beta e^{-Dt} \cdot N(d1) + \alpha'e^{-rt} \cdot N(d2)) \quad (4.23)$$

El valor de una opción real en este contexto es un numero borroso, en el cual los valores mas posibles que puede tomar el valor de la opción se encuentran en el intervalo $[s1e^{-Dt} \cdot N(d1) - x2e^{-rt} \cdot N(d2), s2e^{-Dt} \cdot N(d1) - x1e^{-rt} \cdot N(d2)]$, el valor máximo que pued tomar la opcion es $(\alpha e^{-Dt} \cdot N(d1) + \beta'e^{-rt} \cdot N(d2))$, mientras que el minimo es $(\beta e^{-Dt} \cdot N(d1) + \alpha'e^{-rt} \cdot N(d2))$.

4.2.3 COMPARACIÓN ENTRE VAN Y LA TEORÍA DE LAS OPCIONES REALES

El enfoque de la teoría de las opciones reales se orienta en capturar el valor implícito de la flexibilidad de que dispone la gerencia. El concepto principal en esta teoría es el reconocimiento de que la gerencia tiene la capacidad de acotar las perdidas sin perder la oportunidad de capturar ganancias.

En la siguiente tabla veremos las principales diferencias entre el VAN y las opciones reales:

Elementos	VAN	Opciones Reales
Flujos de caja	Fijos (media)	Flexible
Tasa de Descuento	Conocida y constante	Variable
Riesgo	Constante	Variable
Proyección de precios	No	Si

Tabla 4.7: Diferencias entre el VAN y las Opciones Reales

Como ya hemos visto anteriormente, las Opciones Reales son particularmente importantes para evaluar proyectos con un elevado grado de incertidumbre y existe una flexibilidad; y el VAN si nuestra inversión tiene una incertidumbre baja o ninguna flexibilidad operativa. En La siguiente tabla veremos la relación entre Flexibilidad, Incertidumbre y la metodología más adecuada.

Flexibilidad operativa	Incertidumbre		
		Baja	Alta
	Baja	VAN	VAN
	Alta	VAN	Op. Reales

Tabla 4.8: Relación entre Incertidumbre, Flexibilidad y metodología aconsejada

Además en la visión tradicional, un alto nivel de incertidumbre conduce a reducir el valor de los activos. El enfoque de las opciones reales muestra que un incremento de la incertidumbre puede conducir a un alto valor de los activos si los directivos identifican y usan sus opciones de inversión para responder flexiblemente a los eventos que se desarrollan. La siguiente figura se ilustra el valor que las dos metodologías dan a la incertidumbre:

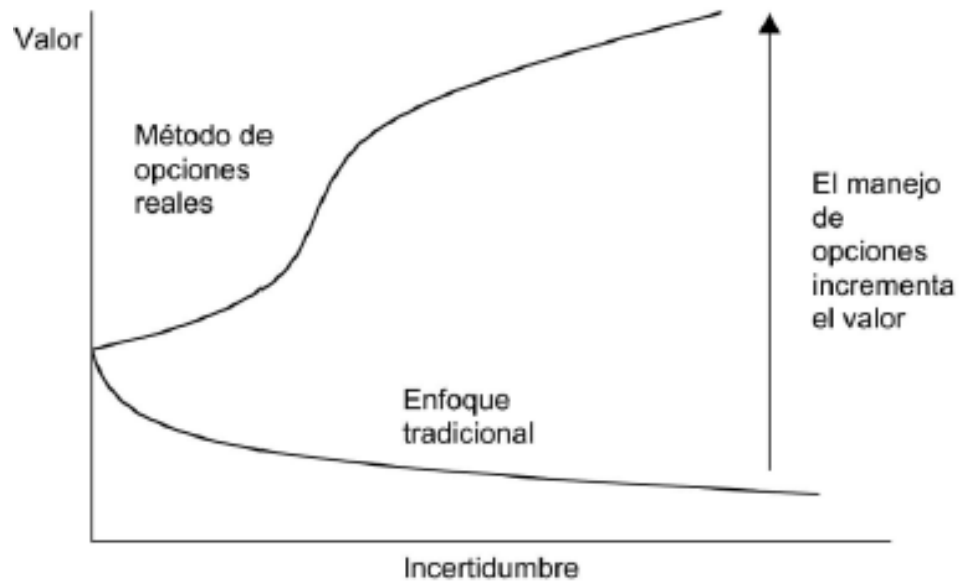


Figura 4.3 Incertidumbre vs. Valor según las diferentes metodologías (Amran, 2000)

Uno de los problemas que presenta el análisis de opciones reales, aparte de su dificultad de aplicación, es que tiende a sobrevalorar los proyectos, según mucha gente, esto puede llevar a decisiones equivocadas sobre la viabilidad real de un proyecto.

4.2.3.1 RESULTADOS DE LA COMPARATIVA

Las empresas que se basan exclusivamente en el análisis de flujo de caja descontado de la inversión para la toma de decisiones, pueden estar subestimando el valor de sus proyectos. Tradicionalmente y siguiendo estos indicadores, la inversión se llevaba a cabo si el VAN era mayor o igual a 0, el TIR era mayor que uno. Sin embargo este enfoque tan tradicional asume implícitamente que el proyecto una vez realizado, será operado hasta el final de la vida útil vida que se ha fijado en un principio y además marca un escenario predeterminado donde los flujos de caja se basan en las estimaciones de ingresos futuros, costos, etc. independientemente de la probabilidad de cambios en las circunstancias en el futuro. Esto implica una estrategia de gestión inflexible, que no es un reflejo del mundo real y el entorno operativo de la mayoría de las empresas desarrollan proyectos dinámicos.

Los métodos clásicos de valoración de proyectos, que son idóneos cuando se trata de evaluar decisiones de inversión que no admiten demora (ahora o nunca), infravaloran el proyecto si éste posee una flexibilidad operativa (se puede hacer ahora, o más adelante, o no hacerlo) u oportunidades de crecimiento.

Pero en el caso de inversión en el sector marítimo se recomienda un estudio mediante opciones reales, ya que la flexibilidad del sector hace que se aporte un valor añadido que los métodos tradicionales no son capaces de captar o valorar.

El enfoque de las opciones reales muestra que un incremento de la incertidumbre puede conducir a un alto valor de los activos si los directivos identifican y usan sus opciones de inversión para responder flexiblemente a los eventos que se desarrollan.

En la tabla 4.8, donde se valoran los métodos tradicionales y las opciones reales, se ve claramente, que para una industria flexible e incertidumbre alta, la valoración por el método de las opciones reales es mucho más eficiente. Y este es el escenario que encontramos en la industria marítima.

Pero como se comenta en el apartado anterior, 4.2.4, el método de las opciones reales tiende a sobrevalorar los proyectos, con lo que puede llevar a decisiones equivocadas sobre la viabilidad real de un proyecto.

CAPÍTULO 5: CASO PRÁCTICO

Es este capítulo se aplicarán los métodos estudiados en el capítulo anterior a un proyecto de inversión en el sector marítimo. Se comparan los diferentes resultados utilizando varios métodos.

5.1 FACTORES

A la hora de realizar una inversión en el sector marítimo hemos de tener en cuenta muchos factores. Como se ha dicho anteriormente, el sector marítimo es un sector de mucha incertidumbre con lo que es posible tener que trabajar con probabilidades y estimaciones para algunos parámetros.

Para comenzar a realizar un proyecto de inversión en el sector marítimo primero de todo debemos definir los parámetros que nos van a influir y estudiar la información o hipótesis necesarias.

- Tipo de barco necesario: liner, tramp, etc...
- Ruta (horas/semana) y estrategias
- Tiempo de construcción
- Demanda del servicio
- Número de buques: dará el nivel de servicio

- Competencia
- Fletes de los competidores (que dependerá de la velocidad relativa)
- Fletes
- Tiempo de vida
- Costes del buque según (T, y tipo)
- Inversión inicial

5.2 EJEMPLO CASO PRÁCTICO

Queremos realizar una inversión en el sector marítimo de un buque portacontenedores de 100 TEU de alta velocidad con centro en Singapur. El servicio que queremos dar principalmente es al puerto de Klang. El trayecto de Singapur a Klang es de 14 h (ida y vuelta).

En este estudio asumimos que el tiempo de construcción del buque es de un año. La demanda del servicio es principalmente desconocida, y como ya se ha comentado, aparte de las variaciones diarias, los ciclos marítimos afectan importantemente a la demanda a largo plazo.

Otro factor que se debe tener en cuenta es la competencia. Un inadecuado nivel de servicio puede ocasionar una oportunidad para los competidores y afectar a nuestra estrategia a largo plazo.

Con respecto a nuestro nivel de fletes, también será un factor desconocido que debemos estimar.

Existe bastante incertidumbre con respecto a los precios y a la respuesta del mercado, con lo que se consideran tres posibles escenarios: optimista, moderado y pesimista.

- Tipo de barco necesario: buques portacontenedores de alta velocidad de 100 TEU
- Ruta: sudeste Asiático con Singapur como Hub puerto Klang
- Tiempo de construcción: 1 año
- Demanda del servicio: incierta (además de las variaciones de la demanda día a día, también afectan ciclos a largo plazo)
- Número de buques: 1
- Competencia (actualmente buques antiguos y de baja velocidad)
- Fletes: desconocido
- Tiempo de vida: 15 años
- Costes del buque según (T, y tipo)

- Inversión inicial: 80millones \$

Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1) Recopilación histórica de demanda y fletes para ver la evolución
- 2) Estudio del mercado y expectativas de futuro.
- 3) Definición de los posibles escenarios con sus estimaciones pertinentes

5.2.1 RECOPIACIÓN HISTÓRICA DE DEMANDA Y FLETES PARA VER LA EVOLUCIÓN

Al no disponer de datos históricos de esta ruta, nos basamos en los extraídos del artículo *Ship Investment under Uncertainty*, (Helen B Bendall and Alant f Stent, 2005).

En Anexo 1, vemos la evolución histórica de la demanda en los últimos 15 años de la ruta del Hub al puerto A y viceversa.

Resumen de los resultados del anexo 1:

	Del Hub al puerto A		Del puerto A al Hub	
	<i>demanda</i>	<i>fletes</i>	<i>Demanda</i>	<i>fletes</i>
promedio	627	231	718	231
deviación	128	47,4	147,2	47,4

Tabla 5.1: Resumen datos del anexo 1, entre el Hub y el puerto A

	Viajes por semana	
	Klang (14h)	Tiempo total
Estrategia	10	140h

Tabla 5.2: Estrategia

5.2.2 ESTUDIO DEL MERCADO Y EXPECTATIVAS DE FUTURO.

Después de estudiar la evolución de los fletes y la demanda entre el Hub y el puerto A (datos en el Anexo 1) vemos que estos oscilan alrededor de una media, pero no se observa un gradiente de crecimiento en general.

Como ya se ha comentado anteriormente existe una relación directa entre el nivel de fletes y la demanda. Esto quiere decir que si la demanda sube, los fletes también subirán ya que habrá menos espacio libre en el buque. Lo mismo pasa en sentido contrario.

Además de la relación entre flete y demanda, se observa una relación directa entre demanda del puerto al Hub y del Hub al puerto, ya que si la demanda en un puerto aumenta por algún factor (buen momento económico, etc.) es muy probable que la demanda del segundo puerto aumente también, con lo que vemos que están positivamente correlacionadas

5.2.3 DEFINICIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS CON SUS ESTIMACIONES PERTINENTES

Como no tenemos seguridad de cómo se comportaran los precios de los fletes ni la demanda, hemos considerado tres posibles escenarios: Optimista, moderado y pesimista.

Parámetros según los diferentes escenarios (optimista, moderado y pesimista).

	Demanda TEU semana		
	<i>Caso pesimista</i>	<i>Caso moderado</i>	<i>Caso optimista</i>
Desde Hub	500	600	700
Hacia Hub	600	700	800

Tabla 5.3: Demanda TEU/semana

	Fletes base por TEU		
	<i>Caso pesimista</i>	<i>Caso moderado</i>	<i>Caso optimista</i>
Desde Hub	200	230	240
Hacia Hub	200	230	240

Tabla 5.4: Fletes TEU

A continuación se presentan las probabilidades de ocurrencia de cada uno de los escenarios, las cuales fueron arrojadas por el estudio de mercado realizado por la empresa donde consideran posibles fluctuaciones de los precios y la demanda.

	Probabilidades
optimista	35%
moderado	40%
pesimista	25%

Tabla 5.5: Probabilidades de los escenarios

Para el cálculo de los flujos de caja se tuvo en cuenta los siguientes parámetros: un crecimiento geométrico con gradiente 3% en el escenario optimista, flujos constantes en el escenario moderado y un decrecimiento geométrico con gradiente 3% en el escenario pesimista.

	Crecimiento
optimista	3%
moderado	constante
pesimista	-3%

Tabla 5.5: Crecimiento de los posibles escenarios

5.3 CÁLCULOS PREVIOS Y MÉTODO TRADICIONAL

Como se explica en el capítulo 4.2.1.1 definimos el VAN mediante la ecuación 4.1:

$$VAN = \sum_{n=1}^t \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I$$

Donde.

FC_t : es el flujo de caja de período t.

r : es el tipo de descuento.

t:años de vida del proyecto

I= valor de la inversión

Para calcular el VAN debemos calcular todas las variables anteriormente descritas.

5.3.1 FLUJOS DE CAJA

Definimos el flujo de caja en el año t como:

$$FC_t: \sum_{p,q} (X_{ptq} + Y_{ptq}) (R_{ptq} - h) - nC \quad (5.1)$$

Donde:

X_{ptq} : Número de TEU desde nuestro Hub hasta el puerto p en el periodo q .

Y_{ptq} : Número de TUE desde el puerto p hasta nuestro Hub en el periodo q .

R_{ptq} : Nivel del flete por TEU cargada desde o hacia el puerto p en el periodo q .

h : Coste unitario por TEU transportada

n : número de buques

C : coste de operación por año

De los datos necesarios para calcular el flujo de caja del periodo t , tanto el número de TEU's transportadas (X_{ptq}, Y_{ptq}) como la el nivel de fletes (R_{ptq}) son variables de las que tenemos una gran incertidumbre y se deberán estimar o calcular como variables estocásticas.

Dentro del coste unitario por TEU transportada (H), tenemos los coste de manejo de carga medidos por TEU transportada (CHC_{tm}) explicados anteriormente.

Como costes de operación por año tomaremos los costes de explotación, los costes de viaje como y los de mantenimiento periódico, por año (OC_{tm} , VC_{tm} , costes mantenimiento), explicados en el capítulo 2, *El sector marítimo*.

5.3.2 INVERSIÓN

Dependiendo del tipo de buque que decidamos comprar (tamaño, velocidad, tecnología) nuestra inversión inicial variará. Es un dato conocido ya que partimos de un presupuesto.

5.3.3 TIPO DE DESCUENTO

r : tipo de descuento. En el método VAN se supone que la tasa de descuento es conocida y constante, dependiendo únicamente del riesgo del proyecto. Lo que implica suponer que el riesgo es constante.

5.3.4 VALORACIÓN DE LAS VARIABLES FIJAS

En la tabla 5.6 se observan los valores fijos que utilizaremos para la valoración del VAN en este caso práctico:

Parámetros fijos			
h	Coste unitario por TEU transportada		50
C	Coste		
	OC	Coste de explotación por semana	8500
	VC ₁	Costes de viaje hacia Klang	20.500
	PM	Costes de mantenimiento	400.000
r	Tasa descuento		10%

Tabla 5.6: Parámetros fijos

5.3.5 CÁLCULO

Después de aplicar la fórmula del flujo de caja descontado, se obtiene los datos correspondientes a los flujos de caja de los 15 periodos de estudio (los 15 años de vida útil del buque) como se muestra en la siguiente tabla, tabla 5.7:

	E. optimista	E. Moderado	E. Pesimista
1	-27.280.000	584.000	3.032.000
2	-2809840	584.000	3122960
3	-2894135,2	584.000	3216648,8
4	-2980959,26	584.000	3313148,26
5	-3070388,03	584.000	3412542,71
6	-3162499,67	584.000	3514918,99
7	-3257374,66	584.000	3620366,56
8	-3355095,9	584.000	3728977,56
9	-3455748,78	584.000	3840846,89
10	-3559421,25	584.000	3956072,29
11	-3666203,88	584.000	4074754,46
12	-3776190	584.000	4196997,1
13	-3889475,7	584.000	4322907,01

14	-4006159,97	584.000	4452594,22
15	-4126344,77	584.000	4586172,05
TOTAL	-50.737.837,1	8.760.000	56.391.906,9

Tabla 5.7: *Flujos de caja esperados*

Flujos de caja esperados	10.556.708,14
desviación	40.936.472
volatilidad	38.8%
VAN	295161,4

Tabla 5.8: *Valor esperado del proyecto, desviación y volatilidad*

El valor actual neto arroja un resultado de 295.000 \$ aproximadamente, que aunque positivo es un ratio de beneficio muy bajo. Sin embargo se observa una alta volatilidad del casi 40%, mostrando que existe una gran incertidumbre con respecto a los flujos de caja que se obtendrán y que existe una alta posibilidad de cambiar los flujos según la nueva información y las decisiones de gerencia.

5.4 OPCIONES REALES

Cuando el VAN se encuentra alrededor del 0 y la volatilidad es alta vale la pena realizar un análisis de valoración de opciones reales, para valorar la flexibilidad.

Como hemos explicado anteriormente, el método de las opciones reales nos permite valorar la flexibilidad estratégica, añadiendo valor a nuestro proyecto. En el caso del sector marítimo este método es muy importante porque nos permite valor las opciones existentes como por ejemplo, cambiar de ruta, ampliar la flota, reducir la misma, etc.

En la tabla 5.9 se ven las el valor de las variables para el método de las opciones reales.

<i>Elementos de los proyectos de inversion</i>		<i>Elementos del modelo Black</i>
Inversión Inicial	80.000.000	X= Precio de ejercicio
Valor actual de los flujos de fondos esperados	80.295.161,4	S =Precio del activo subyacente
Longitud del tiempo que se puede demorar la decisión de inversión	1	T=Tiempo hasta el vencimiento de la opción de compra
Volatilidad del flujo de caja del proyecto	38,8	σ^2 Varianza de los rendimientos
Valor temporal del dinero	10	R=Tasa de interés sin riesgo

Tabla 5.9: *Parámetros para la utilización de opciones*

La volatilidad de los flujos de efectivo fue estimada como la desviación estándar de los mismos. Aplicando las ecuaciones de modelo Black y Scholes, obtenemos el siguiente resultado

$$C = S \cdot N(d1) - X \cdot e^{-rt} \cdot N(d2) \quad (4.6)$$

$$P = X \cdot e^{-rt} \cdot N(-d2) - S \cdot N(-d1) \quad (4.7)$$

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot t}{\sigma \sqrt{t}} \quad (4.8)$$

$$d2 = d1 - \sigma \sqrt{t} \quad (4.9)$$

$$d1=1.75$$

$$d2=0.249$$

Con esto dato calculamos N(d1) y N(d2) como sigue:

N(d1)= N(1.75) que corresponde en la distribución normal a una probabilidad de 0,9599

N(d2)= N(0.249) que corresponde en la distribución normal a una probabilidad de 0,5987

Sustituyendo en la formula general tenemos:

$$C = S \cdot N(d1) - X \cdot e^{-rt} \cdot N(d2)$$

$$C=15.878.000$$

El valor total del proyecto es igual al VAN del proyecto más el valor de la opción, con lo que vemos que el proyecto valorado por opciones deber realizarse.

Si hacemos un estudio del proyecto según la volatilidad podremos obtener:

Volatilidad	VAN	C
10%	295161,4	8.4996.000
20%	295161,4	10.831.000
30%	295161,4	13.590.000
40%	295161,4	16.454.000
50%	295161,4	19.341.000

Tabla 5.10.: Valor de la Call según la volatilidad

De la tabla anterior, puede observarse lo comentado en el capítulo 4, que para volatilidades muy pequeñas, cuando se tiende a cero los dos modelos dan resultados similares y que las opciones reales aumentan su importancia a medida que aumenta la volatilidad del proyecto.

5.4.2 OPCIÓN DE ABANDONO

Además el inversor tiene la opción de abandonar el negocio en cualquier momento de la vida útil del proyecto y vender el buque por un valor que dependerá del momento del precio del mercado en aquel momento y la edad del buque.

Tenemos que tener en cuenta que esto, no es una opción Call sino Put, ya que no estamos valorando la opción de comprar sino de vender.

Supongamos que durante los 5 primeros años, el armador que nos ha vendido el buque estaría dispuesto a pagarnos 40.000.000.

Mediante el cálculo de una opción Put americana podríamos valorar esta opción. En la siguiente imagen podemos ver el resultado de calcular la opción de abandono mediante

el programa SLS¹. En la Figura siguiente se ve una captura de pantalla del programa con el resultado de la opción de abandono.

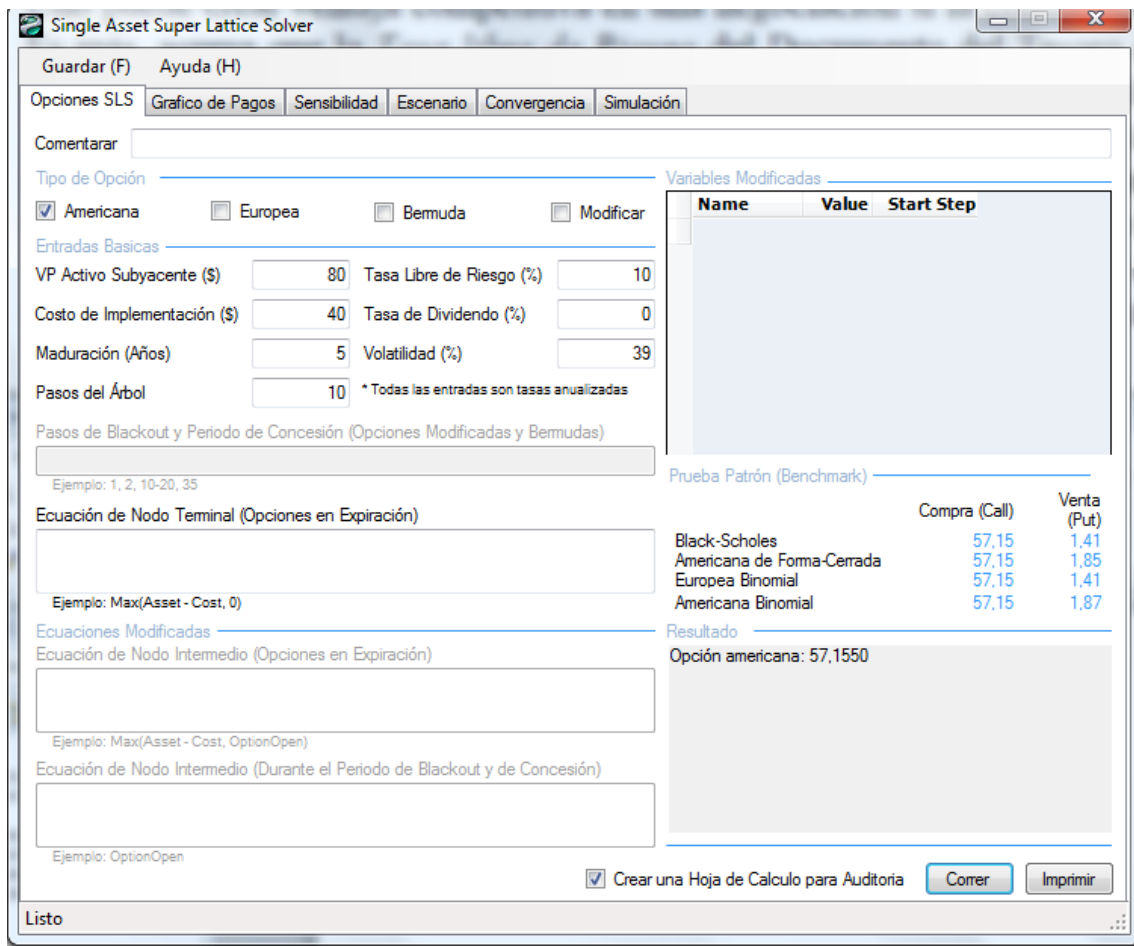


Figura 5.1: *Captura pantalla del programa SLS para la opción de abandono.*

Vemos que el valor de la put es de 1,87 millones de dólares.

Además de calcular opciones mediante el método de Black-Scholes, el programa SLS nos permite calcular también los árboles de decisión como se observa en la figura 5.2.

¹¹ El program SLS (SUPER LATTICE SOLVER) es un programa de descarga gratuita, que nos permite valorar los diferentes tipos de opciones reales segun varios métodos.

Option Valuation Audit Sheet

Assumptions		Intermediate Computations	
PV Asset Value (\$)	\$80,00	Stepping Time (dt)	0,5000
Implementation Cost (\$)	\$40,00	Up Step Size (up)	1,3175
Maturity (Years)	5,00	Down Step Size (down)	0,7590
Risk-free Rate (%)	10,00%	Risk-neutral Probability	0,5233
Dividends (%)	0,00%		
Volatility (%)	39,00%	Results	
Lattice Steps	10	Auditing Lattice Result (10 steps)	57,16
Option Type	Americana	Super Lattice Results	57,16
Terminal Equation			
Intermediate Equation			
Intermediate Equation (Blackouts)			

Underlying Asset Lattice									
								957,16	1261,10
							726,47		726,47
					551,38			551,38	
				418,49		418,49			418,49
			317,63		317,63		317,63		
		241,08		241,08		241,08		241,08	
		182,97	182,97		182,97		182,97		
	138,87		138,87	138,87		138,87		138,87	
	105,40	105,40		105,40	105,40		105,40		
80,00		80,00	80,00		80,00	80,00		80,00	
	60,72		60,72	60,72		60,72	60,72		
		46,08		46,08	46,08		46,08	46,08	
		34,98	34,98		34,98		34,98		

Figura 5.2: Captura pantalla del programa SLS para la opción de abandono mediante árboles de decisión

5.4 RESULTADOS

Como se observa de los resultados obtenidos, la valoración de opciones reales se presenta como una metodología que permite ampliar la visión y estrategias de los inversionistas en ambientes de alta incertidumbre, permitiéndoles tomar decisiones de negocio que con la metodología de análisis tradicional de VAN nunca habrían considerado.

En nuestro caso práctico, con un VAN de 295.161,4 no se hubiese invertido, ya que el rendimiento esperado es muy bajo, pero si lo valoramos por el método de opciones reales, el VAN ampliado es el siguiente:

Valor del proyecto con flexibilidad= valor del proyecto sin flexibilidad + valor de la flexibilidad

$$16.173.161,4 = 15878000 + 295.161,4$$

Con lo que el VAN ampliado (con flexibilidad) es mucho mayor, es decir más rentable, que si solo nos basamos en los métodos tradicionales.

Con este caso de aplicación de las opciones reales en la industria del sector marítimo se ve el funcionamiento de este método y se comparan los resultados en un caso práctico. Se ha valorado un típico caso de inversión en un entorno con incertidumbre. Estas incertidumbres se irán resolviendo con el paso del tiempo pero el gerente debe tener la flexibilidad para ejercer estas opciones cuando las condiciones se produzcan.

De este caso sacamos dos conclusiones principales:

- 1) Cuanta más volatilidad tiene el proyecto base, mayor valor tienen las opciones posibles, como se comprueba en la tabla 5.10
- 2) A más alternativas posibles, mayor valor de las opciones reales.

Existen muchos otros tipos de opciones que se podrían valorar si fuese el caso: rutas alternativas, chárter-out, ampliar el negocio, etc.. Todas estas posibilidades suman valor a nuestro proyecto.

Como el sector marítimo es tan volátil y tiene tanta incertidumbre, se recomienda utilizar el método de opciones reales aparte de los métodos tradicionales para valorar la inversión.

Hay que tener en cuenta, que la teoría nos dice que estos métodos tienden a sobre valorar el resultado, con lo que el desarrollo de los métodos tradicionales también se debe realizar para así poder comparar resultados.

CAPÍTULO 6: TIPOS DE RIESGO Y EFECTO DE LA VOLATILIDAD DEMANDA

En este capítulo se explica los riesgos a los que está sometido el sector marítimo y se intenta dar las herramientas necesarias para entenderlo.

6.1 INTRODUCCIÓN

Históricamente, el mercado del transporte marítimo se ha caracterizado por una alta volatilidad en los ingresos y los costes como se explica en los capítulos anteriores. El propósito de este capítulo es investigar la posibilidad de controlar este riesgo, o al menos cuantificarlo.

El origen de esta volatilidad se debe al delicado equilibrio entre la oferta y a demanda. Como se explica en más profundidad en el capítulo 2, la demanda del sector marítimo es muy difícil de predecir y está ligada a factores externos. La curva de oferta, a ser tan inelástica a corto plazo, no puede responder con rapidez a los cambios de demanda, provocando importantes desajustes en el nivel de fletes. Todo esto produce una importante volatilidad.

Otro factor de gran volatilidad al que está sometido este sector es el precio del combustible, ya que es una parte muy importante en los costes a los que se enfrentan los propietarios. El mercado de petróleo se ha convertido en un mercado de inversión, en lugar de un mercado de materias primas. Los participantes en el mercado ya no solo están interesados en la materia prima en sí, sino que han convertido este sector en un sector de inversión con el fin de conseguir grandes beneficios.

6.2 LOS FACTORES DE RIESGO Y SUS FUENTES

En la siguiente sección se analizan los riesgos a los que está expuesta la empresa. La gestión eficaz del riesgo es, ante todo, acerca de la comprensión y la identificación de los riesgos del negocio. El primer paso en el análisis de riesgos es identificar la fuente de los riesgos individuales y dividir el riesgo global de la compañía en los diferentes tipos de riesgo. En los siguientes subapartados podemos ver los diferentes tipos de riesgo.

6.3.1 RIESGO OPERACIONAL

El riesgo operacional se define como el riesgo de tipo práctico. En otras palabras, en el momento que el buque está en funcionamiento se producen una serie de situaciones que sin el manejo adecuado del buque y su equipo, representa un peligro para el propio buque, su tripulación o sus alrededores. El buque puede terminar en las condiciones climáticas inadecuadas, condiciones que afectan a la seguridad del buque y de carga. El error humano y fallas mecánicas también afecta a la seguridad del buque y la carga y hay que tener en cuenta que pequeños errores pueden desencadenar eventos que causen grandes pérdidas de la empresa.

La manipulación de la carga es una parte importante de la tarea de transporte del buque y esta simple tarea es causante de peligros potenciales. Contenedores perdidos en plena tormenta, el desplazamiento de carga, o deterioro de la misma son ejemplos de los peligros potenciales de la manipulación de la misma. Todas estas situaciones tienen un efecto sobre la nave y sus alrededores, y puede causar daños y pérdidas. El riesgo de ataques piratas también se clasificaría dentro de riesgo operacional.

6.3.2 RIESGO POLÍTICO

El transporte marítimo internacional está sujeto a una serie de normas para limitar el riesgo operacional y para reducir el impacto sobre el medio ambiente marítimo. Los

alrededores del barco incluyen tanto la tripulación, las instalaciones portuarias, otros buques. Estas reglas afectan a los costes operativos asociados con el envío, ya que los conjuntos de normas establecen un conjunto de marcos para la operación, y da a la empresa una serie de limitaciones. Un ejemplo de estas normas serían las establecidas por la UE establecieron una serie de límites para el contenido de azufre en el combustible. Estas limitaciones significan que los barcos se ven obligados a utilizar el combustible más los que implica un aumento de los costes. Un endurecimiento de las normas constituye un riesgo para las empresas y puede influir en la competitividad con respecto a otros modos de transporte, como el transporte por carretera.

Debido a que las empresas suelen operar en mercados extranjeros, las compañías también se ven afectados por las condiciones políticas locales. Los disturbios políticos a veces pueden impedir un funcionamiento normal. Un ejemplo de esto podrían ser aumento de aranceles entre países o el cierre de paso, como pasó en el Canal de Suez en el 1956.

6.3.3 CRÉDITO

Toda actividad comercial que no está financiada con fondos propios, supone un riesgo, ya que la financiación ajena (principalmente créditos) implican la contrapartida del el pago de unos intereses a la entidad financiera que los proporciona. Estos intereses normalmente están en función de parámetros o indicadores que no son fijos, lo que supone una fluctuación dentro de los costes de la empresa. En el sector marítimo, que es un sector de capital intensivo como se explica en apartados anteriores, este riesgo es importante ya que pequeñas fluctuaciones dentro de los intereses puede provocar grandes cambios en la cantidad a pagar. Este factor suele estar bastante acotado en países desarrollados, pero igualmente hay que tenerlo en cuenta.

6.3.4 RIESGO DEL PRECIO

Este riesgo se define como los riesgos asociados con los cambios en las tarifas de flete y en los costes variables de operación del barco. Las tarifas de carga reflejan la capacidad de ganancia de la nave y los costes variables de la nave son principalmente los costes de combustible. Estos dos grupos de riesgo son muy interesantes ya que tanto los fletes como los precios del combustible son un factor fundamental dentro de la capacidad del buque para ganar dinero.

6.4 EL MERCADO DE FLETES

Como se explica con más detalle en el capítulo 2, el nivel de fletes es uno de los principales causantes de la volatilidad del sector marítimo. El funcionamiento tan particular de la demanda y oferta de este sector hace que el nivel de fletes tenga mucha incertidumbre.

6.4.1 EL ORIGEN DE LAS FLUCTUACIONES

Las fluctuaciones en el nivel de fletes se deben principalmente por las características intrínsecas de la demanda y la oferta del sector marítimo.

El transporte de mercancías por lo general es un mercado de competencia perfecta, donde los niveles de precio están controlados totalmente por la oferta y la demanda. En el capítulo 2, se explica con detalle el sector marítimo y sus peculiaridades, pero para este apartado lo más importante a destacar es la forma que toman las funciones de demanda y oferta de este sector.

La curva de demanda se caracteriza por una pendiente pronunciada, que es el resultado de la inelasticidad de la demanda. Esta característica se da más en el transporte de mercancías a granel, ya que los buques de este sector se especializan en el transporte de un tipo de mercancías. Cada tipo de buque es adecuado para un tipo particular de carga y de carga tienen sólo una capacidad limitada para sustituir un tipo de buque con otro. Además esta característica hace hincapié en la homogeneidad del servicio y es seguro asumir que el servicio ofrecido por los diferentes actores no difiere significativamente entre sí. La homogeneidad del producto es otra razón para la curva de demanda. Dado que los cambios en los costes de los fletes tiene un impacto significativo en la demanda, los cambios en la demanda se verá reflejado en movimientos paralelos de la curva a la derecha o a la izquierda.

La curva de la oferta tiene una forma diferente y se puede dividir en diferentes fases. Inicialmente, la curva de oferta es muy plana, pero la pendiente mucho, hasta convertirse casi en vertical en la segunda fase. Esta peculiar de forma se puede atribuir a la conducta de las empresas, y la naturaleza del sector. En la parte inferior de la curva de oferta el precio de los fletes es tan bajo que no es rentable para muchos buques, con lo que baja en nivel de oferta. A medida que aumenta la demanda, el nivel de fletes aumenta. El efecto de esto es que los buques se pongan nuevamente en funcionamiento. El aumento de la capacidad significa que el aumento de la demanda tiene sólo un efecto marginal en las tasas de flete. Si la demanda aumenta aún más, llegando al punto en que todos los buques están de nuevo en funcionamiento, esto sí que implica un aumento

importante del nivel de fletes debido a que a corto plazo los cambios en la capacidad de la flota mundial no puede darse, ya que los nuevos buques pueden llegar a tardar 2 años a ser entregados. Sin la posibilidad de ajustar la oferta a corto plazo, hace que la curva de oferta sea muy empinada.

Otro factor importante a tener en cuenta en el origen de las fluctuaciones es el tamaño del buque. Un buque de tamaño medio o pequeño tiene una mayor flexibilidad a la hora de atracar en diferentes puertos o pasar por según que canales. Este aumento de flexibilidad permite al buque más libertad a la hora de elegir rutas. La conclusión debe ser, pues tamaño del buque es importante para la volatilidad de los tipos de carga. Buques de mayor tamaño tiene un mayor nivel de riesgo asociado.

Es evidente por lo anterior que las compañías navieras están muy expuestas a los cambios en las tarifas de flete. Se puede concluir que el tamaño de la nave es muy importante para el grado de volatilidad.

6.5 EL MERCADO DEL PETRÓLEO

Anteriormente se mencionó, la influencia del clima económico tanto en los ingresos como en parte de los gastos de los negocios de la compañía. Por tanto, es necesario analizar cómo los costes de la empresa varían y de qué dependen esas variaciones. Como se vio en el Capítulo 2 con más detalle, los costes de la compañía consisten en una serie de costes fijos y otra parte en costes variables. Los costes fijos, tales como los salarios, seguros, visitas previstas astilleros, etc. Estos costes no presentan grandes incertidumbres, ya que como su nombre indica, son costes fijos y previamente conocidos. Más interesantes son los costos variables de la empresa, que consisten en tasas portuarias, la limpieza de las bodegas de carga, combustible etc. Algunos de estos costos, tales como las tarifas portuarias y la limpieza son predecibles y se no se caracteriza por una alta volatilidad, por lo tanto, no es apropiado el uso de herramientas de gestión de riesgos en estos costes. Pero en el caso del combustible, la cosa cambia, ya que el combustible, más concreto, el petróleo tiene un precio muy volátil y también es interesante su estudio porque el coste del combustible es aproximadamente el 50-60% del coste total de explotación del buque. Esta combinación de una alta volatilidad y de una alta proporción de los gastos operativos totales hace que el impacto de los precios del combustible sea una parte importante del estudio.

6.5.2 EL ORIGEN DE LAS FLUCTUACIONES

El mercado del petróleo es un mercado singular. No es un mercado donde el precio se marque como resultado del equilibrio entre la oferta y la demanda, sino que el precio de mercado de este producto se consigue de forma diferente. En los últimos años el mercado del petróleo se ha convertido en un mercado financiero que no refleja sólo las necesidades físicas y el suministro de petróleo. Hoy en día sus fluctuaciones se deben también a un cambio de naturaleza del mercado, en el que se actúa más por motivos de inversión que por la oferta relacionada con el producto. Este desarrollo afecta a la evolución de la volatilidad en los mercados petroleros. Los inversores con fines especulativos no tienen la necesidad física del producto, con lo que tienen mucha más flexibilidad y alteran el mercado a corto plazo. La diferencia básica es que los actores que actúan en el mercado desde un punto de inversión tienen como objetivo el máximo beneficio, comprando y vendiendo en diferentes momentos, haciendo que el mercado sea más sensible; mientras que los que sí que tiene necesidades físicas del producto deben consumirlo siempre, ya que actualmente no existen muchos otros substitutivos.

6.6 EFECTO DE LA VOLATILIDAD DE LA DEMANDA

En este apartado sobre la gestión de riesgo en las empresas navieras, se estudia el grado en que los cambios en el mercado y los precios del petróleo afectan a las empresas.

De los riesgos anteriormente explicados nos centraremos en los en nivel de fletes y el precio del petróleo. Para estudiar su volatilidad, definiremos mediante el parámetro Θ como el valor del flete menos el precio de los costes variables (principalmente combustible). Para estudiar cómo afecta este valor Θ a la inversión, hemos simulado un conjunto de escenarios.

6.6.1 ESTUDIO DE ESCENARIOS

En este apartado se estudia el comportamiento del VAN en diversos escenarios y con diferentes hipótesis.

6.6.1.1 CASO GENERAL

Hipótesis:

- Tenemos datos históricos de la demanda entre los puertos A y B de nuestra compañía con los que se modela la demanda futura para los años útiles del buque.

- La Inversión inicial I es conocida y constante
- Los costes fijos CF son conocidos y constantes
- La tasa de descuento, r es conocida y constante

Una vez definidas nuestras hipótesis, debemos definir nuestras variables de estudio.

- Tiempo de vida útil de nuestro buque

$$t = (1, 2, 3, 4, \dots, n)$$

- Demanda futura

Una vez estudiado los datos históricos de la demanda entre los puertos A y B se modela la demanda futura que tendrá la siguiente forma:

$$dt \sim N(Dt, \sigma t^2)$$

$$(dt)_n$$

- Definimos el VAN como en la ecuación (4.1):

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I$$

Como ya sabemos de los capítulos anteriores, los flujos de caja de cada año t , se pueden definir, como:

$$FC_t = \text{Precio fletes} \cdot \text{Demanda}_t - \text{Coste unitario} \cdot \text{Demanda}_t - CF \quad (6.1)$$

Si reescribimos la función definiendo como Θ a los rendimientos medios esperados durante la vida útil del buque (Precio fletes - Coste unitario), la ecuación (6.1) queda de la siguiente manera.

$$FC_t = (\text{Precio fletes} - \text{Coste unitario}) \cdot \text{Demanda}_t - CF = \Theta \cdot dt - CF \quad (6.2)$$

Rescribiendo la ecuación de la fórmula del VAN (4.1) mediante la inclusión de la ecuación (6.2) la ecuación queda:

$$\sum_{t=1}^n \frac{\Theta \cdot dt - CF}{(1+r)^t} - I \quad (6.3)$$

PROBLEMA A RESOLVER:

Nos interesa que el VAN sea positivo

$$0 \leq \sum_{t=1}^n \frac{\theta \cdot dt - CF}{(1+r)^t} - I \quad (6.4)$$

A partir de las propiedades de las distribuciones normales², la variable aleatoria VAN (Θ) como:

$$VAN \sim N(V\bar{A}N, \sigma_{van}^2)$$

Donde:

$$V\bar{A}N = \sum_{t=1}^n \frac{\theta \cdot Dt - CF}{(1+r)^t} - I \quad (6.5)$$

$$\sigma_{van}^2 = \sum_{t=1}^n \left(\frac{\theta}{(1+r)^t} \right)^2 \cdot \sigma t^2 \quad (6.6)$$

$$f_{VAN}(X) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma_{VAN}^2}} \cdot e^{-\frac{(X - V\bar{A}N)^2}{2 \cdot \sigma_{VAN}^2}} \quad (6.7)$$

Para encontrar el valor de Θ más probable, utilizaremos la función de máxima verosimilitud

$$L(x_i, V\bar{A}N, \sigma_{van}^2) = \prod_{t=1}^n f_{van}(x, V\bar{A}N, \sigma_{van}^2)$$

Si describimos la media, en función de Θ ,

$$L(x_i, \Theta, \sigma_{van}^2) = \prod_{t=1}^n f_{van}(x, \Theta, \sigma_{van}^2)$$

Desarrollando la expresión anterior:

$$L(x_i, \Theta, \sigma_{van}^2) = \left(\frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma_{van}^2}} \right)^n \cdot e^{-\frac{1}{2 \cdot \sigma_{van}^2} \sum \left(x - \sum_{t=1}^n \frac{\theta \cdot Dt - CF}{(1+r)^t} - I \right)^2}$$

² Nota:

Si $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ y a y b son números reales, entonces $(aX+b) \sim N(a\mu+b, a^2\sigma^2)$

Si $X \sim N(\mu_x, \sigma_x^2)$ e $Y \sim N(\mu_y, \sigma_y^2)$ son variables aleatorias normales independientes, entonces $U = X+Y \sim N(\mu_x + \mu_y, \sigma_x^2 + \sigma_y^2)$

$$\ln L(x_i, \Theta, \sigma_{\text{van}}^2) = \ln((2 \cdot \pi \cdot \sigma_{\text{van}}^2)^{-n/2}) + \ln \left(e^{-\frac{1}{2 \cdot \sigma_{\text{van}}^2} \cdot \sum \left(x - \sum_{t=1}^n \frac{\Theta \cdot Dt - CF}{(1+r)^t} - I \right)^2} \right)$$

$$\ln L(x_i, \Theta, \sigma_{\text{van}}^2) = -\frac{n}{2} \cdot (2 \cdot \pi \cdot \sigma_{\text{van}}^2) - \frac{1}{2 \cdot \sigma_{\text{van}}^2} \cdot \sum \left(x - \sum_{t=1}^n \frac{\Theta \cdot Dt - CF}{(1+r)^t} - I \right)^2 \cdot \ln e$$

$$\frac{d}{dP} (\ln L(x_i, \Theta, \sigma_{\text{van}}^2)) = 0$$

$$\frac{d}{dP} (\ln L(x_i, \Theta, \sigma_{\text{van}}^2)) = 0 - \frac{1}{2 \cdot \sigma^2} \sum \left[2 \cdot \left(x - \sum_{t=1}^n \frac{\Theta \cdot Dt - CF}{(1+r)^t} - I \right) \cdot \left(\sum_{t=1}^n \frac{Dt}{(1+r)^t} \right) \right]$$

$$0 = \sum \left[\left(x - \sum_{t=1}^n \frac{\Theta \cdot Dt - CF}{(1+r)^t} - I \right) \right] = \sum x_i - n \cdot \left[\sum_{t=1}^n \frac{\Theta \cdot Dt - CF}{(1+r)^t} - I \right]$$

Con lo que el valor esperado del rendimiento queda como:

$$\Theta^{mv} = \frac{\sum x_i + n \cdot \sum \frac{C}{(1+r)^t} + n \cdot I}{n \cdot \sum \frac{Dt}{(1+r)^t}} \quad (6.8)$$

Una vez estudiado el modelo teórico modelaremos diferentes tipos de demanda y su desviación para comparar el efecto de la volatilidad de la demanda en el resultado del VAN.

6.6.1.2 DEMANDA LINEAL

Datos de partida:

- Crecimiento anual del 2%
- Función de demanda lineal
- Y partimos de que nuestra cuota de mercado el transporte total entre las ciudades A y B este año hubiese sido de 68.000 TEU
- R: 7%
- CF= 10.000.000
- I= 80.000.0000

Con los dato de partida, sabemos que nuestra demanda tiene la siguiente forma:

$$D = 68.000 + 0,02 \cdot t \cdot 68.000 \quad (6.9)$$

6.6.1.2.1 Desviación lineal

$$\text{Desviación } \sigma^2 t = f(t) = 0,2 \cdot D = 13.600 + 2720t \quad (6.10)$$

En la siguiente figura, se puede ver la forma de la desviación de la demanda que hemos propuesto.

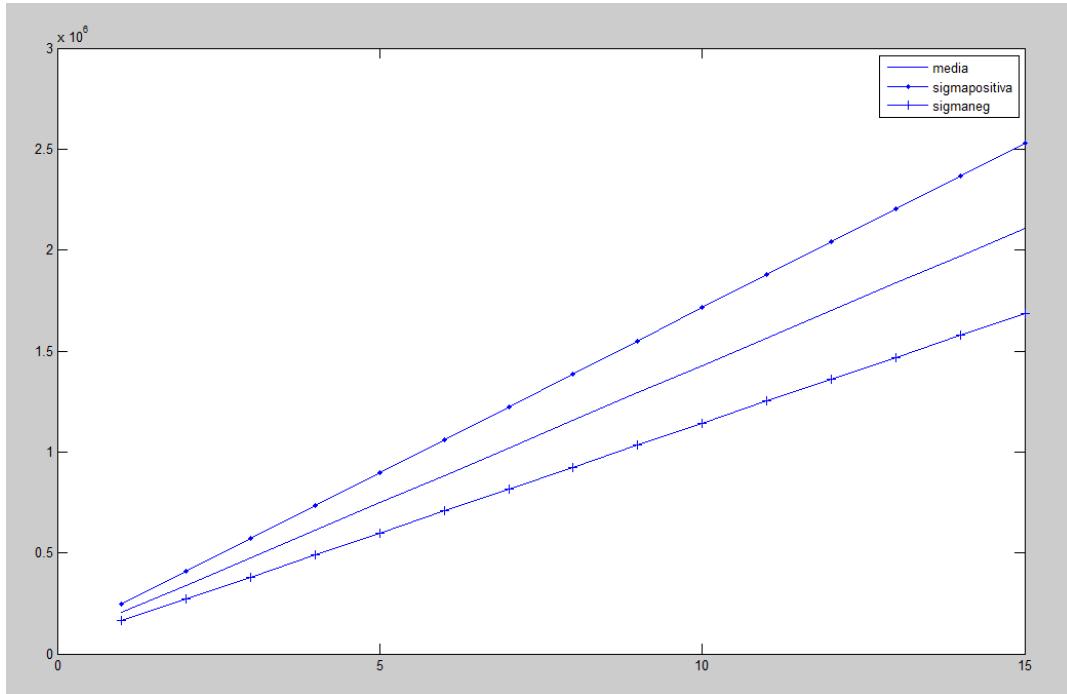


Figura 6.1: Desviación lineal de la demanda lineal

Para la demanda lineal proyectada, y la desviación de este apartado hemos calculado el valor del VAN siguiendo las fórmulas del apartado 6.6.1.1 y la desviación para cada caso. El proceso se puede ver en el Anexo de esta tesina. En la tabla siguiente se encuentra representado los datos más importantes de los cálculos.

Θ	VAN (\$)	σ^2 (\$)
100	-100.773.985	907.126.122
150	-65.621.407,9	2.041.033.775
200	30.468.830,6	3.628.504.490
250	4.683.746,82	5.669.538.265
300	39.836.324,2	8.164.135.102

Tabla 6.1: VAN y σ^2 en función de Θ

Si calculamos la probabilidad de que el VAN (Θ) sea 0 para los diferentes valores de Theta, tenemos los resultados mostrados en la tabla 6.2.

Θ	Prob[VAN(Θ)]=0
100	0.543
150	0.6269
200	0.466
250	0.4178
300	0.313

Tabla 6.2: Probabilidad de que $VAN(\Theta) = 0$

En el anexo de la tesina se pueden ver las funciones de probabilidad acumulada para cada VAN (Θ).

6.6.1.2.2 Desviación exponencial

$$\text{Desviación } \sigma^2 t = f(t) = 0.1(68.000 + 1360((t)^2)) \quad (6.11)$$

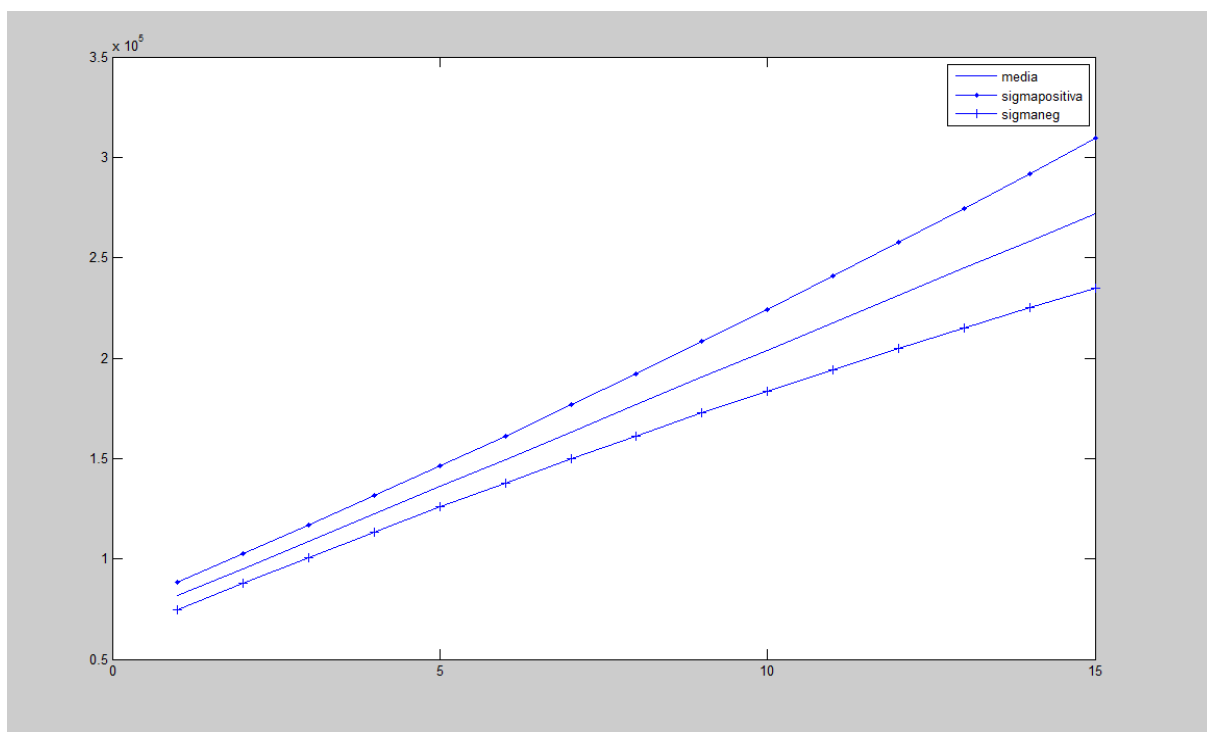


Imagen 6.2: Desviación exponencial de la demanda lineal

En la siguiente tabla, 6.3. se resumen el valor del VAN y σ^2 en función de Θ

Θ	VAN (\$)	σ^2 (\$)
100	-100.773.985	791.505.745
150	-65.621.407,9	1.780.887.927
200	-30.468.830,6	3.166.022.981
250	4.683.746,82	49.469.10.908
300	39.836.324,2	7.123.551.707

Tabla 6.3: VAN y σ^2 en función de Θ

Si calculamos la probabilidad de que el VAN (Θ) sea 0 para los diferentes valores de Theta, tenemos los resultados mostrados en la tabla 6.4.

Θ	Prob[VAN(Θ)=0
100	0.55
150	0.998
200	0.832
250	0.4623
300	0.288

Tabla 6.4: Probabilidad de que VAN(Θ) = 0

6.6.2 DEMANDA CONTINUA

Datos de partida:

- Y partimos de que el transporte total entre las ciudades A y B este año ha sido de 72.000 TEU
- R: 7%
- CF= 10.000.000
- I= 80.000.0000

6.6.1.3.1 Desviación constante

Igual que en apartado 6.6.1.2.1, la desviación lineal se simula mediante la ecuación 6.6.

$$\text{Desviación } \sigma^2 t = f(t) = 0,2 \cdot D = 13.600 \quad (6.12)$$

En la siguiente tabla, 6.5. se resumen el valor del VAN y σ^2 en función de Θ

Θ	VAN (\$)	σ^2 (\$)
50	-101.297.023	484.812.744
100	-73.915.136,4	1.090.828.674
150	-46.533.250,2	1.939.250.976
200	-19.151.363,9	3.030.079.650
250	8.230.522,27	4.363.314.696

Tabla 6.5: VAN y σ^2 en función de Θ

Si calculamos la probabilidad de que el VAN (Θ) sea 0 para los diferentes valores de Theta, tenemos los resultados mostrados en la tabla 6.6

Θ	Prob[VAN(Θ)=0
100	0.96
150	1
200	0.99
250	0.752
300	0.02

Tabla 6.6: Probabilidad de que VAN(Θ) = 0

En el anexo de la tesina se pueden ver las funciones de probabilidad acumulada para cada VAN (Θ).

6.6.1.3.2 Desviación exponencial

Igual que en apartado 6.6.1.2.1, la desviación de la demanda se modela a partir de la ecuación 6.7

$$\text{Desviación } \sigma^2_t = f(t) = 0.1 (72000 + 720((t)^2)) \quad (6.13)$$

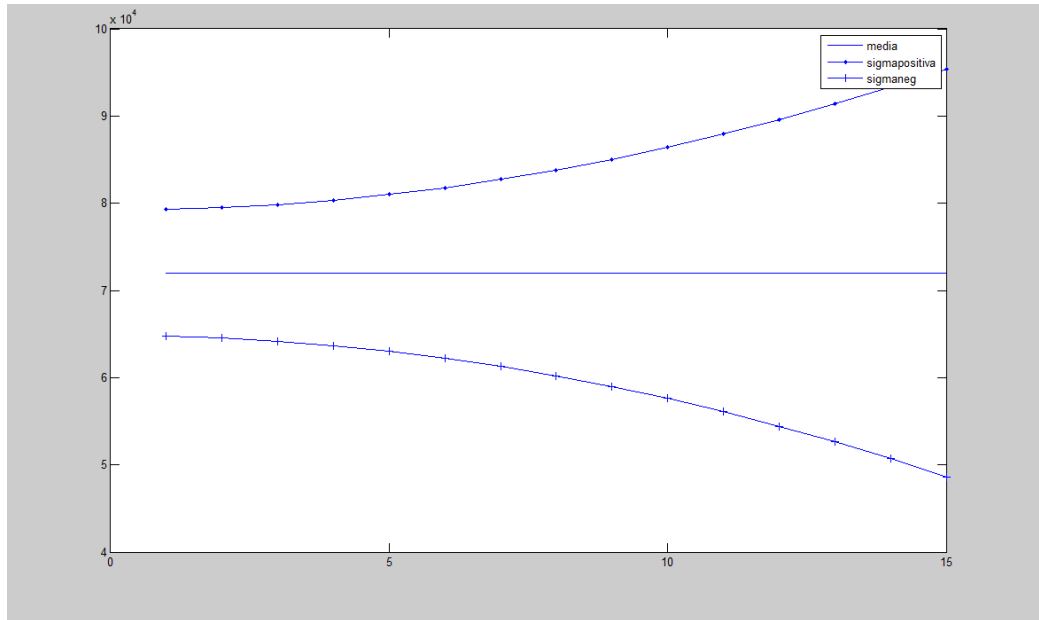


Figura 6.3: Desviación exponencial de la demanda constante

En la siguiente tabla, 6.7. Se resumen el valor del VAN y σ^2 en función de Θ

Θ	VAN(\$)	σ^2 (\$)
50	-101.297.023	44.101.9495,1
100	-73.915.136,4	992.293.864
150	-46.533.250,2	17.640.77.980
200	-19.151.363,9	27.56.371.844
250	8.230.522,27	3.96.917.5456

Tabla 6.7: VAN y σ^2 en función de Θ

Si calculamos la probabilidad de que el VAN (Θ) sea 0 para los diferentes valores de Theta, tenemos los resultados mostrados en la tabla 6.8.

Θ	Prob[VAN(Θ)]=0
100	0.59083
150	1
200	0.99
250	0.75641
300	0.0197

Tabla 6.8: Probabilidad de que VAN(Θ) = 0

En el anexo de la tesina se pueden ver las funciones de probabilidad acumulada para cada VAN (Θ).

6.6.2 COMPARATIVA

En la siguiente Imagen vemos el comportamiento de la probabilidad para los diferentes escenarios y diferentes valores de Θ .

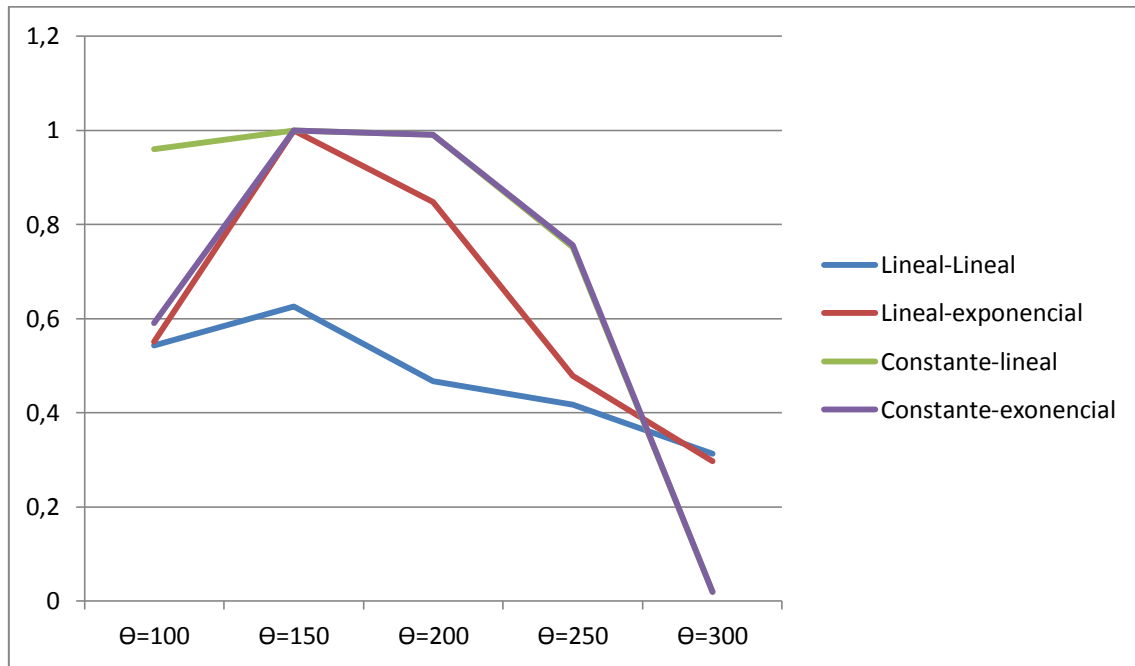


Figura 6.4: Comparación de los escenarios

Intuitivamente, podríamos pensar que todos los casos deberían comportarse como el de demanda lineal-desviación lineal (línea azul), es decir, que cuando aumentase en nivel de rendimiento unitario, disminuyese la probabilidad de VAN ($\Theta < 0$). Pero, como se ve en la gráfica, un aumento de rendimientos unitarios no siempre implica una disminución del riesgo asociado, ya que a veces el aumento de Θ (y se su VAN medio asociado) no es suficiente para contrarrestar al aumento de desviación lineal de ese rendimiento. En otras palabras; un aumento el valor esperado del VAN debido a un aumento del valor del rendimiento unitario, si viene acompañado de un aumento de la desviación asociada, puede hacer que el nivel de probabilidad de que el VAN(Θ) se negativo, no disminuya debido a ese aumento de incertidumbre asociada.

Si comparamos los dos escenarios modelados con demanda lineal (azul y rojo) se observa muy claramente que para un mismo nivel de demanda, la definición de su desviación estándar nos cambia radicalmente el comportamiento de la probabilidad negativa del VAN, por eso es tan importante el conocer la demanda esperada como su nivel de desviación, porque quizá existan proyectos que con una menor demanda y un

menor nivel de desviación tengan una probabilidad de éxito más elevada que otro proyecto con una alta demanda esperada pero una alta desviación asociada.

La siguiente parte de la comparación sería estudiar la probabilidad de ocurrencia de cada flete, extraída del histórico de fletes, para saber qué situación de rendimientos unitarios es más probable y qué probabilidad de VAN negativo asociado a ese rendimiento tenemos. Este proceso se puede ver en el siguiente apartado.

6.6.3 CASO PRÁCTICO

Igual que en los apartados anteriores, vamos a estudiar como varía el $VAN(\theta)$ para diferentes valores de θ .

En este caso nos basaremos en los datos históricos de revista ingeniería naval (marzo 2011) del transporte total de mercancías.

En la imagen 6.5, se puede ver la gráfica de los datos históricos del transporte marítimo mundial por MT desde 1988 hasta el 2010. Para ver la tendencia que ha seguido el tráfico mundial se ha realizado una regresión lineal con la siguiente ecuación como resultado:

$$Y = 836.35x - 1648485.45 \quad (6.11)$$

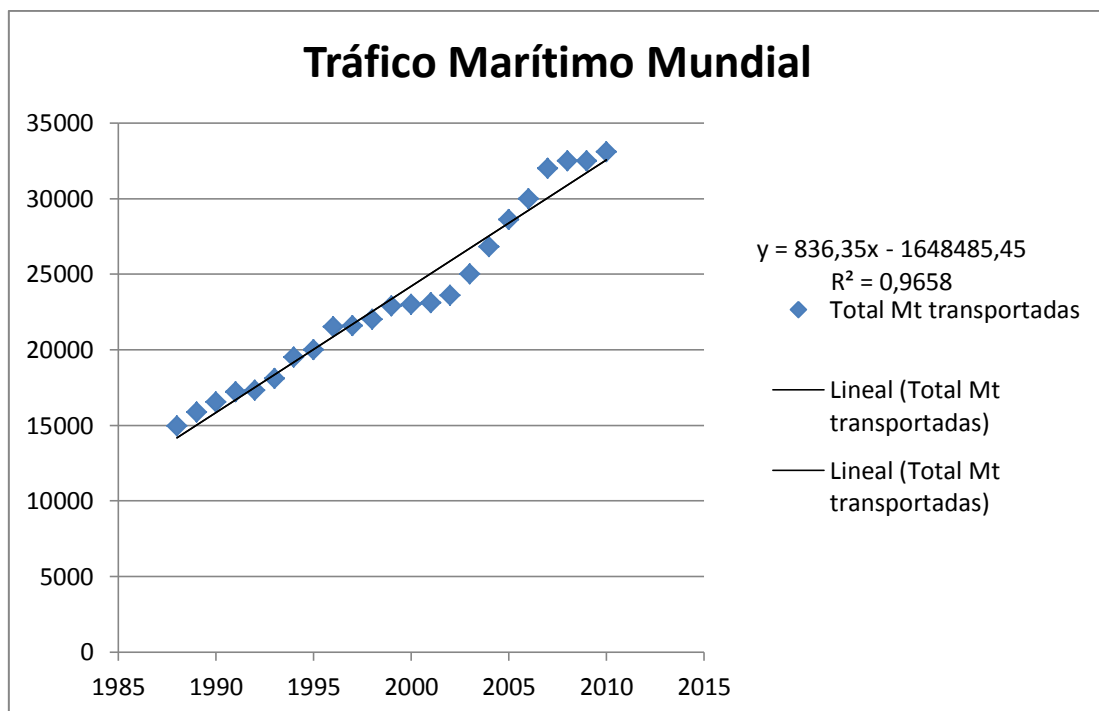


Figura 6.5: *Tráfico Marítimo Mundial*

Si suponemos que nuestra empresa trabaja en el mercado mundial, la tendencia que esperamos para el futuro, es que siga aumentando como lo estaba haciendo hasta ahora, con un crecimiento de casi el 5.6% anual.

Para saber qué tipo de ecuación sigue la desviación hemos realizado otra regresión lineal a las desviaciones de la demanda, como se muestra en la figura 6.6.

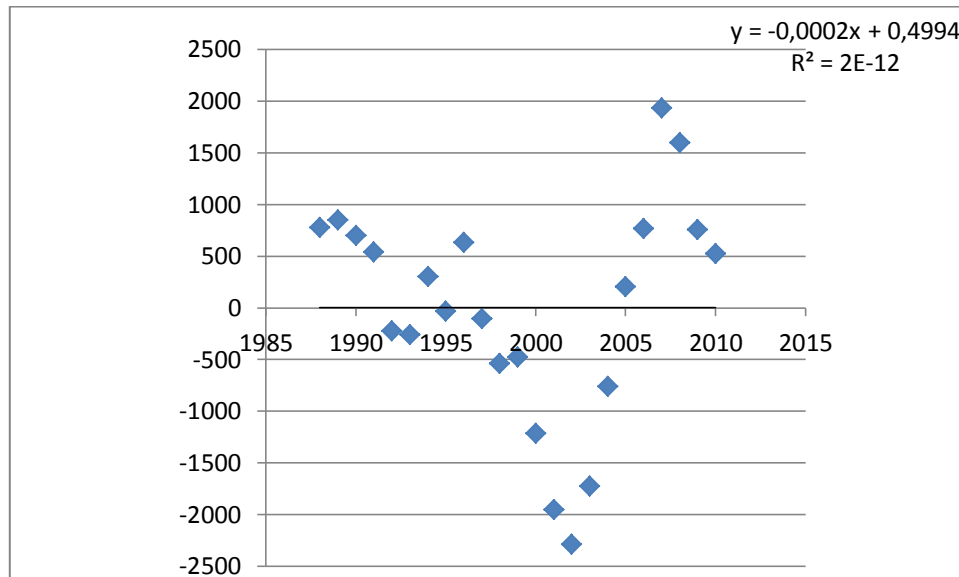


Figura 6.6: *Tráfico Regresión lineal de las desviaciones de la demanda mundial*

Como se observa en la imagen anterior, la desviación de la demanda fluctúa alrededor de la recta $y=0$ (aproximadamente), con lo que podemos suponer que variación de demanda sigue una normal de media 0 y desviación media del 1.6% (calculada de los datos anteriores)

Datos de partida:

- Y partimos de que el transporte total entre las ciudades A y B este año ha sido de 68.000 TEU
- R: 7%
- CF= 2.000.000
- I= 80.000.0000
- Crecimiento anual: 5.6%

Una vez tenemos estos parámetros, estudiaremos el comportamiento del VAN en función de los posibles valores de Θ (rendimientos):

Θ	VAN(\$)	σ^2 (\$)
100	-91.860.970,9	80.393.218,3
150	-52.251.886,3	180.884.741
200	-12.642.801,7	321.572.873
250	26.966.282,9	502.457.614
	66.575.367,5	723.538.965

Tabla 6.9: Valores del VAN y la desviación en el escenario positivo

Si calculamos la probabilidad de que el VAN (Θ) sea 0, nos queda la siguiente tabla:

Rendimientos (Θ)	Probabilidad
100	0.8734
150	0.995
200	0.65
250	0.29
300	0.175

Tabla 6.10: Probabilidad de que el VAN sea 0 según Θ

Para continuar con el estudio, deberíamos conocer el histórico de los rendimientos para poder estudiar la probabilidad de ocurrencia de éstos. En nuestro caso, nos basaremos en el histórico de fletes del artículo Ship Investment (Bendall H. y Stent A, 2005)

Rendimientos (Θ)	Frecuencia	Probabilidad
300	3	0.1
250	5	0.167
200	11	0.367
150	6	0.2
100	5	0.167

Tabla 6.15: Probabilidad de los rendimientos

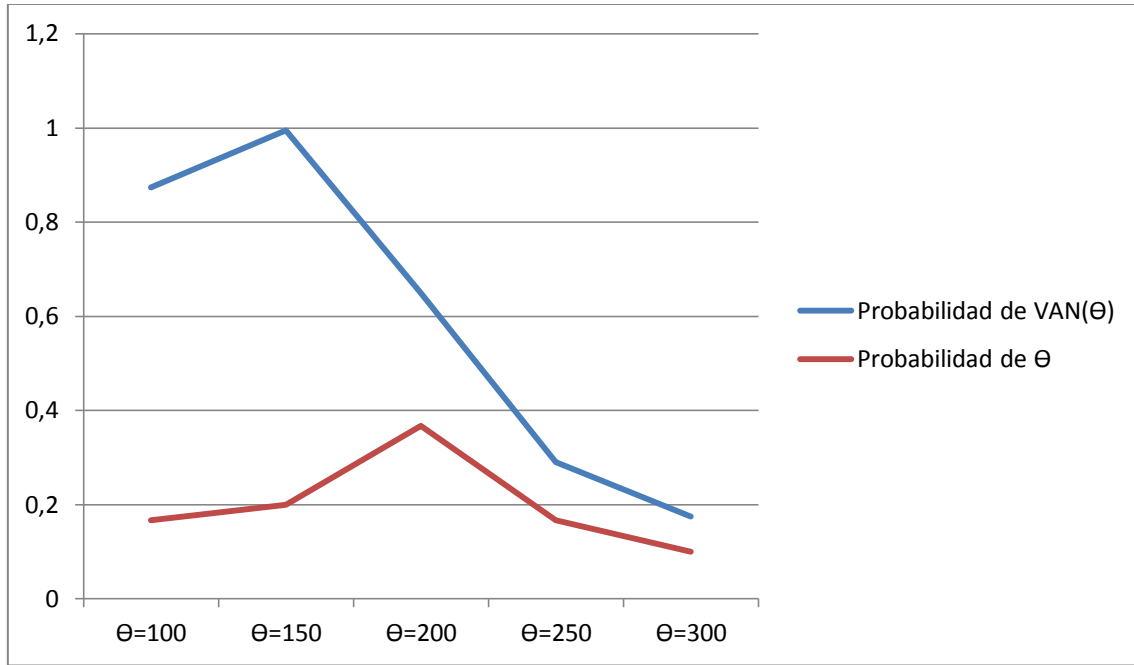


Figura 6.7 Probabilidades de VAN y Θ para el caso de estudio

Para ver cómo afecta la probabilidad de ocurrencia de los rendimientos en la probabilidad del VAN, calcularemos la probabilidad con el teorema de las probabilidades totales

$$p[A] = \sum_{j=1}^n p[A/B_j] \cdot p[B_j] \quad (6.12)$$

Si reescribimos la anterior expresión para nuestro problema, la ecuación queda:

$$p[VAN = 0] = \sum_{j=1}^n p[VAN = 0/\Theta_j] \cdot p[\Theta_j] \quad (6.13)$$

$$P(VAN=0) = 0.87341 \cdot 0.1 + 0.995 \cdot 0.2 + 0.65 \cdot 0.367 + 0.27 \cdot 0.167 + 0.175 \cdot 0.1 = 0.624321$$

RESULTADOS:

El estudio realizado, nos da un ejemplo de posible inversión en el sector marítimo basándonos en el histórico de la demanda total transportada. Como se ha visto anteriormente, partiendo de unos datos de partida bastante favorables, la probabilidad de que nuestro rendimiento financiero sea positivo no supera el 40%. Se observa la

tendencia de que la probabilidad de que el VAN sea cero aumenta cuanto más adversas son las condiciones. Si comparamos el resultado con la figura 6.5, vemos una relación una similitud con el caso de demanda lineal- desviación línea. Este resultado es lógico, ya que éste caso modelado también tiene demanda lineal- desviación lineal. Pero es interesante darse cuenta que el VAN, al menos en el ejemplo ilustrado, parece poco sensible al precio de fletes. Esto es debido a que parte de la desviación del VAN está en función del nivel de rentabilidad Θ , con lo que al aumentar la Θ , aumenta el VAN esperado pero también su desviación.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES

En la presente Tesina se ha estudiado el sector del transporte marítimo, centrándose en el estudio de inversión en este sector y en el efecto de la volatilidad de la demanda en los rendimientos esperados.

En primer lugar, el estudio del sector marítimo nos ha permitido conocer sus características más importantes, explicando el porqué de su alta volatilidad e incertidumbre. El transporte de mercancías por lo general es un mercado de competencia perfecta, donde los niveles de precios están controlados totalmente por la oferta y la demanda. En la demanda de este sector influyen muchas características exógenas difíciles de controlar, dando como resultado a una demanda muy volátil y difícil de predecir. Por otro lado, la oferta del sector marítimo es inelástica a corto plazo, ya que la entrega de nuevos buques suele tardar entre 1 a 3 años. Esta inelasticidad hace que la oferta de tonelaje disponible no se pueda ajustar rápidamente a los cambios de demanda, dando como resultado un cambio importante en el nivel de los fletes, que ocasiona los ciclos marítimos.

Estos ciclos marítimos son los principales causantes de la dificultad de análisis de las inversiones marítimas ya que dificultan la predicción de las variables. Los desencadenantes de los diferentes ciclos pueden ser muy variados, desde guerras, hasta crisis económicas, pero todos tienen una cosa en común, el ser humano. La complejidad de estos hace muy difícil su predicción, e incluso muchos autores aseguran que es imposible predecirlos; aunque en estudios recientes se ha demostrado que estos ciclos no son aleatorios, sino que existe una dependencia no lineal entre ellos y por lo tanto

que la evolución de los fletes tiene memoria y que el pasado y presente afectan al futuro.

A la hora de hacer un estudio de inversión toda la incertidumbre asociada a las variables que intervienen en el sector marítimo dificultan mucho su estudio, por lo que se han estudiado nuevos métodos de valoración de inversiones. Las empresas que se basan exclusivamente en el análisis de flujo de caja descontado de la inversión para la toma de decisiones, pueden estar subestimando el valor de sus proyectos. Tradicionalmente y siguiendo estos indicadores, la inversión se llevaba a cabo si el VAN era mayor o igual a 0. Sin embargo este enfoque tan tradicional asume implícitamente que el proyecto una vez realizado, será operado hasta el final de la vida útil vida que se ha fijado en un principio y además marca un escenario predeterminado donde los flujos de caja se basan en las estimaciones de ingresos futuros, costos, etc. independientemente de la probabilidad de cambios en las circunstancias en el futuro. Esto implica una estrategia de gestión inflexible, que no es reflejo del mundo real y del entorno operativo de la mayoría de las empresas. Los métodos clásicos de valoración de proyectos, que son idóneos cuando se trata de evaluar decisiones de inversión que no admiten demora, y donde no existen opciones operacionales. Pero en el caso de inversión en el sector marítimo se recomienda un estudio mediante opciones reales, ya que la flexibilidad inherente del sector marítimo aporta un valor añadido que los métodos de valoración tradicionales no son capaces de valorar.

Los métodos dinámicos incorporan un parámetro adicional en la herramienta de presupuestación de capital que captura el nivel de flexibilidad para adaptarse y cambiar los parámetros de inversión en respuesta a las condiciones del mercado.. El enfoque de las opciones reales muestra que un incremento de la incertidumbre puede conducir a un alto valor de los activos si los directivos identifican y usan sus opciones de inversión para responder flexiblemente a los eventos que se desarrollan. Pero hay que tener en cuenta que estos métodos tienden a sobrevalorar la inversión, con lo que es recomendable calcular también la inversión mediante el enfoque tradicional para poder comparar los resultados.

En el caso práctico modelado, se observa el comportamiento de los dos tipos de métodos de valoración, y se concluye que cuanta más volatilidad tiene el proyecto base y mayor número de alternativas se contemplan, mayor valor de las Opciones Reales. Otro factor a destacar, es que el número de alternativas depende de forma importante del tamaño del buque. Un buque más pequeño siempre tendrá más rutas disponibles que un buque mayor, aunque los costes unitarios del buque menor sean mayores.

Una de las variables que más flexibilidad incertidumbre aporta al estudio de la inversión, como se ha comentado anteriormente, es la demanda. Al analizar el efecto de la volatilidad de la demanda en el resultado del VAN en función del rendimiento unitario, nos encontramos que la probabilidad de que el VAN sea negativo no tiene por qué disminuir al aumentar el nivel de rendimientos unitarios. Esto es debido a la volatilidad de la demanda, ya que aunque aumente el valor esperado al aumentar el valor de los rendimientos unitarios, si la volatilidad de la demanda afecta de forma mayor a la desviación del VAN, la probabilidad de obtener rendimientos positivos puede disminuir. Una demanda esperada más elevada con un nivel de volatilidad mayor puede ocasionar más pérdidas que una demanda menor, pero con una desviación más pequeña, con lo que no sólo es importante estimar correctamente el valor esperado de la demanda, sino que casi tan importante es el conocer la desviación de la misma que nos podemos encontrar.

Finalmente, las futuras líneas de investigación podrían centrarse en:

- En el estudio de la volatilidad de la demanda, en modelos más complejos de sector marítimo donde se estudien por separado el nivel de fletes y el coste unitario por TEU transportada.
- Incorporación de sucesos inesperados en el análisis de los rendimientos de la inversión en el sector marítimo
- Ampliar el estudio de los flujos de cajas, estudiando el efecto de la volatilidad de otros parámetros, como por ejemplo los costes o el tipo de interés sin riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alizadeh Amir H. and Nomikos Nikos K. (2005) *Risk management in the shipping industry: Theory and Practice*.
- Amram, Kulatilaka, (2000) *Opciones reales*.
- Bacchini, Darío y Marquez Ezequiel, (2007) *Valuación de un proyecto de inversión utilizando opciones reales borrosas*.
- Barría, Carlos E. (2008) *Inversiones bajo incertidumbre en generación eléctrica*.
- Bendall, Helen B. and Stent, Alanta F (2007) *Maritime investment strategies with a portfolio of real options*.
- Bendall, Helen B. and Stent, Alanta F (2005) *Ship Investment under Uncertainty*.
- Brealey, Myers (1998) *Fundamentos de financiación empresarial*.
- Cayón Fallón, Eduardo (2005) *Análisis de opciones reales: un enfoque delta-gamma para la evaluación de proyectos de inversión real*.
- Espitia Escuer, Manuel y Pastor Agustín, Gema (2003) *Las opciones reales y su influencia en la valoración de Empresas*.
- Forrest, Matthew and Kavussanos, Manolis G. (2003) *International comparison of market risks across shipping-related industries*.
- González Laxe, Fernando y Sánchez Ricardo, J. (2007) *Lecciones de Economía Marítima*.
- Gouliemlos, A. M. And Psifia, (2006) M., *Shipping finance: time to follow a new track?*
- Gouliemlos, A. M. And Psifia (2007) M. *A study of trip and time charter freight rate indices: 1968-2003*.
- IME (Instituto Marítimo Español), (2009) *Economía del sector marítimo*.
- Kirkaldy, A.W. (1914) *British Shipping*.
- Mascareñas, Juan. (2007) *Opciones reales en la valoración de proyectos de inversión*.
- Menachop, David A. (2001) *Risk management methods for the liner shipping industry: the case of the bunker Adjustment Factor*.
- Palomares Carralero, Juan. (2010) *Modelo de valoración de la inversión en una central eléctrica mediante opciones*.

- Sánchez, Ricardo J (2005) *CEPAL/ONU, Boletín FAL 228*.
- Stopford, Martin,(2009) *Maritime Economics*
- Trigeorgis L.(1991) *A log-transformed binomial numerical analysis method for valuing complex real options*.
- UNCTAD (2008) *Informe del Transporte marítimo*.
- Volk, B. (1984) *Shipping Investment in Recession*
- Scarsi, M. (2007) *The bulk shipping business :market cycles and shipowner's biases*.

CAPÍTULO 5:

a) Escenario pesimista

	Demanda A-B	Demanda B-A	Fletes	h	VC	OC	PM	PV
2010	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2011	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2012	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2012	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2013	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2014	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2015	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2016	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2017	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2018	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2019	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2020	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2021	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2022	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2023	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2024	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000
2025	24000	28800	220	50	9840000	408000	400000	-1672000

b) Escenario moderado

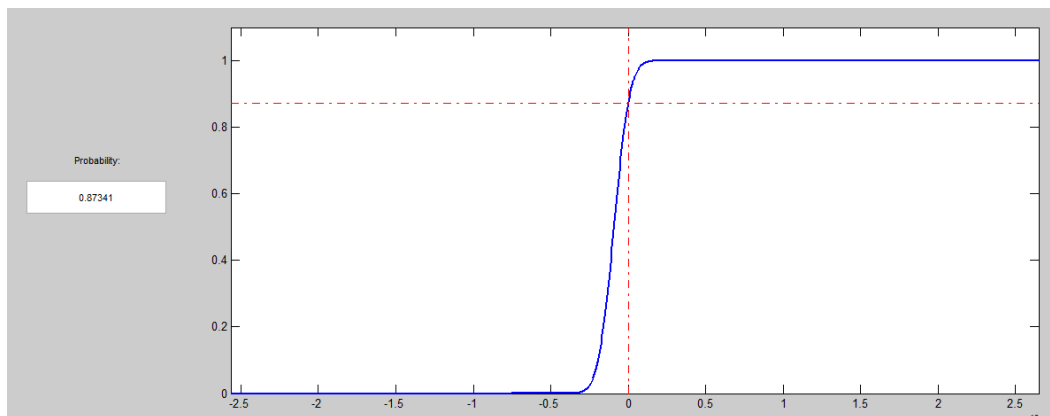
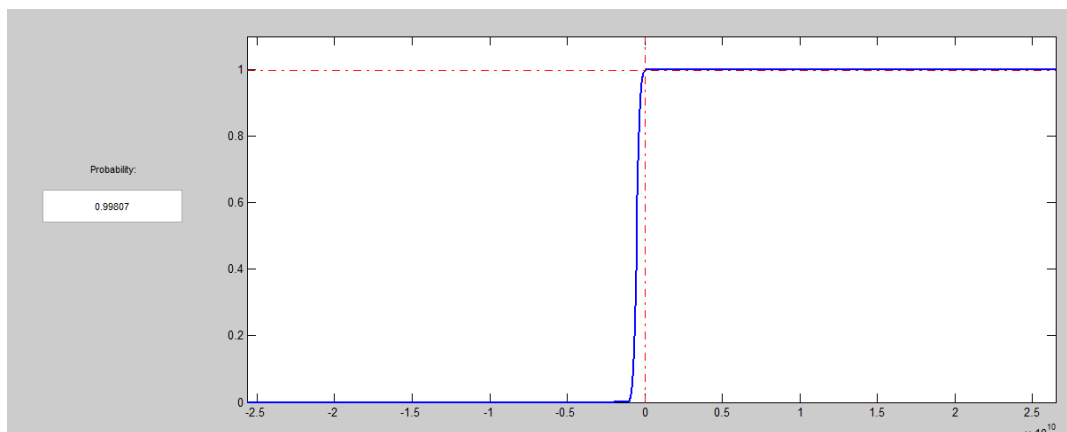
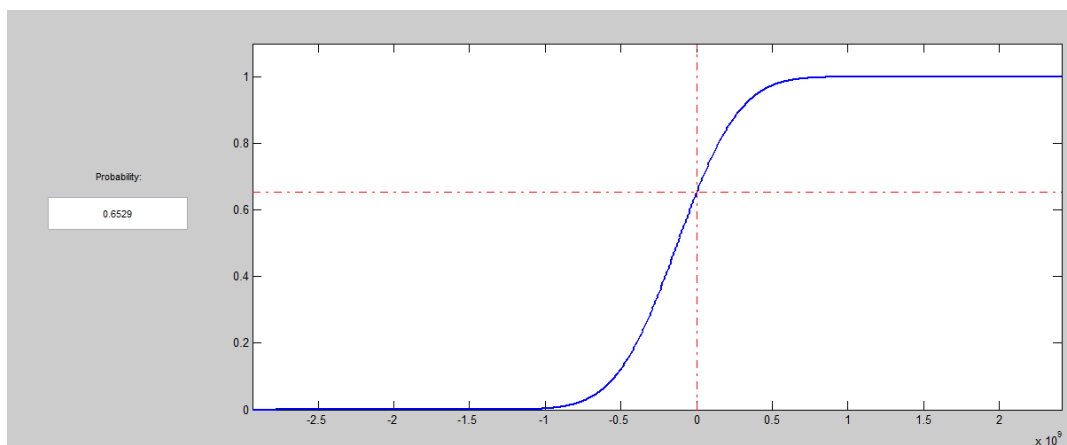
	Demanda A-B	Demanda B-A	Fletes	h	VC	OC	PM	PV
2010	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2011	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2012	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2012	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2013	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2014	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2015	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2016	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2017	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2018	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2019	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2020	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2021	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2022	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2023	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2024	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000
2025	28800	33600	230	50	9840000	408000	400000	584000

c) Escenario positivo

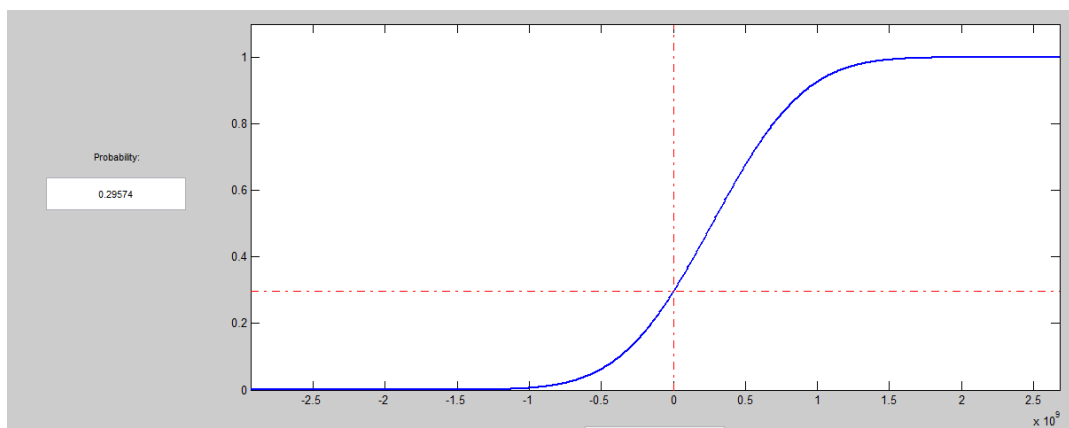
	Demanda A-B	Demanda B-A	Fletes	h	VC	OC	PM	PV
2010	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2011	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2012	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2012	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2013	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2014	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2015	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2016	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2017	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2018	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2019	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2020	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2021	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2022	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2023	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2024	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000
2025	38400	33600	240	50	9840000	408000	400000	3032000

CAPÍTULO 6:

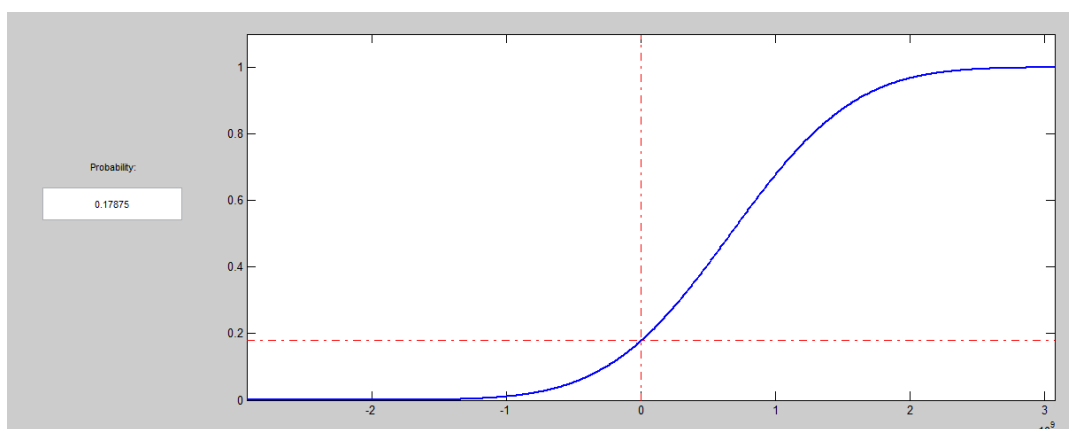
FUNCIÓN DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PARA EL CASO

 $\Theta=100$  $\Theta=150$  $\Theta=200$ 

$\Theta=250$



$\Theta=300$



Histórico de ocurrencia de rendimientos.

<i>AÑO</i>	<i>Nivel medio de fletes actualizado</i>	<i>Aproximación en uno de los grupos</i>
1980	140	150
1981	180	200
1982	247	250
1983	180	200
1984	120	100
1985	140	150
1986	190	200
1987	210	200
1988	274	250
1989	280	300
1990	297	300
1991	280	300
1992	230	250
1993	180	200
1994	230	250
1995	210	200
1996	2200	200
1997	230	250
1998	228	250
1999	140	150
2000	178	200
2001	124	100
2002	133	150
2003	160	150
2004	205	200
2005	220	200
2003	180	200
2007	150	150
2008	110	100
2009	80	100
2010	110	100

Valores históricos de los rendimientos

PROCESO DE CÁLCULO PARA EL VAN Y LA DESVIACION (demanda lineal-desviación lineal)

D	DES1	r	actualizado	CF	FC100	FC150	FC200	FC250	FC300	Des300	Des100	Des150	Des200	Des250
69360	13872	1,07	1,07	10000000	-2863551,4	377570,093	3618691,59	6859813,08	10100934,6	1090470783	121163420	272617696	484653682	757271377
70720	14144	1,07	1,1449	10000000	-2557428,6	531050,747	3619530,09	6708009,43	9796488,78	971135089	107903899	242783772	431615595	674399367
72080	14416	1,07	1,225043	10000000	-	2279103,67	662833,876	3604771,42	6546708,97	9488646,52	864539055	96059895	216134764	384239580
73440	14688	1,07	1,31079601	10000000	-	2026249,68	775101,535	3576452,75	6377803,97	9179155,19	769369476	85485497,3	192342369	341941989
74800	14960	1,07	1,40255173	10000000	-	1796725,17	869843,139	3536411,45	6202979,76	8869548,07	684441487	76049054,1	171110372	304196216
76160	15232	1,07	1,50073035	10000000	-	1588559,86	948871,327	3486302,52	6023733,7	8561164,89	608687115	67631901,6	152171779	270527607
77520	15504	1,07	1,60578148	10000000	-	1399941,42	1013836,58	3427614,58	5841392,58	8255170,58	541144665	60127185	135286166	240508740
78880	15776	1,07	1,71818618	10000000	-	1229203,23	1066240,68	3361684,59	5657128,5	7952572,4	480948931	53438770,1	120237233	213755081
80240	16048	1,07	1,83845921	10000000	-	1074813,08	1107449,1	3289711,28	5471973,45	7654235,63	427322172	47480241,3	106830543	189920965
81600	16320	1,07	1,96715136	10000000	-	935362,698	1138702,41	3212767,53	5286832,64	7360897,75	379565831	42173981,3	94891457,8	168695925
82960	16592	1,07	2,10485195	10000000	-	809558,125	1161126,79	3131811,71	5102496,63	7073181,55	337052955	37450328,4	84263238,8	149801313
84320	16864	1,07	2,25219159	10000000	-	696210,752	1175743,67	3047698,09	4919652,51	6791606,93	299221254	33246806	74805313,5	132987224
85680	17136	1,07	2,409845	10000000	-	594229,089	1183478,61	2961186,3	4738893,99	6516601,69	265566777	29507419,7	66391694,3	118029679
87040	17408	1,07	2,57853415	10000000	-	502611,144	1185169,49	2872950,12	4560730,75	6248511,39	235638154	26182017,1	58909538,6	104728069
88400	17680	1,07	2,75903154	10000000	-	420437,383	1181574,02	2783585,43	4385596,84	5987608,24	209031357	23225706,3	52257839,2	92902825,3

PROCESO DE CÁLCULO PARA EL VAN Y LA DESVIACION (demanda lineal-desviación exponencial)

D	DES1	r	actualizado	CF	FC100	FC150	FC200	FC250	FC300	Des300	Des100	Des150	Des200	Des250
69360	6936	1,07	1,07	10000000	-2863551,4	377570,093	3618691,59	6859813,08	10100934,6	545235392	60581710,2	136308848	242326841	378635689
70720	7344	1,07	1,1449	10000000	-2557428,6	531050,747	3619530,09	6708009,43	9796488,78	504243219	56027024,4	126060805	224108097	350168902
72080	8024	1,07	1,225043	10000000	-	2279103,67	662833,876	3604771,42	6546708,97	9488646,52	481205700	53467300	120301425	213869200
73440	8976	1,07	1,31079601	10000000	-	2026249,68	775101,535	3576452,75	6377803,97	9179155,19	470170235	52241137,2	117542559	208964549
74800	10200	1,07	1,40255173	10000000	-	1796725,17	869843,139	3536411,45	6202979,76	8869548,07	466664650	51851627,8	116666163	207406511
76160	11696	1,07	1,50073035	10000000	-	1588559,86	948871,327	3486302,52	6023733,7	8561164,89	467384749	51931638,8	116846187	207726555
77520	13464	1,07	1,60578148	10000000	-	1399941,42	1013836,58	3427614,58	5841392,58	8255170,58	469941420	52215713,3	117485355	208862853
78880	15504	1,07	1,71818618	10000000	-	1229203,23	1066240,68	3361684,59	5657128,5	7952572,4	472656708	52517412	118164177	210069648
80240	17816	1,07	1,83845921	10000000	-	1074813,08	1107449,1	3289711,28	5471973,45	7654235,63	474400038	52711115,3	118600009	210844461
81600	20400	1,07	1,96715136	10000000	-	935362,698	1138702,41	3212767,53	5286832,64	7360897,75	474457289	52717476,6	118614322	210869906
82960	23256	1,07	2,10485195	10000000	-	809558,125	1161126,79	3131811,71	5102496,63	7073181,55	472426683	52491853,7	118106671	209967415
84320	26384	1,07	2,25219159	10000000	-	696210,752	1175743,67	3047698,09	4919652,51	6791606,93	468136478	52015164,2	117034119	208060657
85680	29784	1,07	2,409845	10000000	-	594229,089	1183478,61	2961186,3	4738893,99	6516601,69	461580351	51286705,6	115395088	205146823
87040	33456	1,07	2,57853415	10000000	-	502611,144	1185169,49	2872950,12	4560730,75	6248511,39	452867078	50318564,2	113216769	201274257
88400	37400	1,07	2,75903154	10000000	-	420437,383	1181574,02	2783585,43	4385596,84	5987608,24	442181716	49131301,8	110545429	196525207

PROCESO DE CÁLCULO PARA EL VAN Y LA DESVIACION (demanda constante-desviación lineal)

D	DES1	r	actualizado	CF	FC100	FC150	FC200	FC250	FC300	Des300	Des100	Des150	Des200	Des250	
72.000	10800	1,07	1,07	10000000	-	2545454,55	727272,727	4000000	7272727,27	10545454,5	803305785	89256198,3	200826446	357024793	557851240
72.000	10800	1,07	1,1449	10000000	-	2314049,59	661157,025	3636363,64	6611570,25	9586776,86	663889079	73765453,2	165972270	295061813	461034082
72.000	10800	1,07	1,225043	10000000	-	2103681,44	601051,841	3305785,12	6010518,41	8715251,69	548668660	60963184,4	137167165	243852738	381019903
72.000	10800	1,07	1,31079601	10000000	-	1912437,68	546410,764	3005259,2	5464107,64	7922956,08	453445174	50382797,1	113361293	201531188	314892482
72.000	10800	1,07	1,40255173	10000000	-	1738579,7	496737,058	2732053,82	4967370,58	7202687,35	374748077	41638675,3	93687019,3	166554701	260241720
72.000	10800	1,07	1,50073035	10000000	-	1580527	451579,144	2483685,29	4515791,44	6547897,59	309709155	34412128,3	77427288,7	137648513	215075802
72.000	10800	1,07	1,60578148	10000000	-	1436842,73	410526,495	2257895,72	4105264,95	5952634,17	255957979	28439775,5	63989494,8	113759102	177748597
72.000	10800	1,07	1,71818618	10000000	-	1306220,66	373205,904	2052632,47	3732059,04	5411485,61	211535520	23503946,7	52883880	94015786,7	146899667
72.000	10800	1,07	1,83845921	10000000	-	1187473,33	339278,095	1866029,52	3392780,95	4919532,37	174822744	19424749,3	43705685,9	77698997,2	121404683
72.000	10800	1,07	1,96715136	10000000	-	1079521,21	308434,632	1696390,47	3084346,32	4472302,16	144481606	16053511,8	36120401,6	64214047,3	100334449
72.000	10800	1,07	2,10485195	10000000	-	981382,919	280395,12	1542173,16	2803951,2	4065729,23	119406286	13267365,1	29851571,6	53069460,6	82921032,2
72.000	10800	1,07	2,25219159	10000000	-	892166,29	254904,654	1401975,6	2549046,54	3696117,49	98682881,3	10964764,6	24670720,3	43859058,3	68529778,6
72.000	10800	1,07	2,409845	10000000	-	811060,263	231731,504	1274523,27	2317315,04	3360106,8	81556100,2	9061788,91	20389025,1	36247155,6	56636180,7
72.000	10800	1,07	2,57853415	10000000	-	737327,512	210665,003	1158657,52	2106650,03	3054642,55	67401735,7	7489081,75	16850433,9	29956327	46806760,9
72.000	10800	1,07	2,75903154	10000000	-	670297,738	191513,639	1053325,02	1915136,39	2776947,77	55703913,8	6189323,76	13925978,5	24757295	38683273,5

PROCESO DE CÁLCULO PARA EL VAN Y LA DESVIACION (demanda constante-desviación exponencial)

D	DES1	r	actualizado	CF	FC100	FC150	FC200	FC250	FC300	Des300	Des100	Des150	Des200	Des250
72.000	7272	1,07	1,07	10000000	2545454,55	727272,727	4000000	7272727,27	10545454,5	540892562	60099173,6	135223140	240396694	375619834,7
72.000	7488	1,07	1,1449	10000000	2314049,59	661157,025	3636363,64	6611570,25	9586776,86	460296428	51144047,5	115074107	204576190	319650297,1
72.000	7848	1,07	1,225043	10000000	2103681,44	601051,841	3305785,12	6010518,41	8715251,69	398699226	44299914	99674806,6	177199656	276874462,7
72.000	8352	1,07	1,31079601	10000000	1912437,68	546410,764	3005259,2	5464107,64	7922956,08	350664268	38962696,4	87666066,9	155850786	243516852,5
72.000	9000	1,07	1,40255173	10000000	-1738579,7	496737,058	2732053,82	4967370,58	7202687,35	312290064	34698896	78072516,1	138795584	216868100,3
72.000	9792	1,07	1,50073035	10000000	-1580527	451579,144	2483685,29	4515791,44	6547897,59	280802967	31200329,7	70200741,8	124801319	195002060,4
72.000	10728	1,07	1,60578148	10000000	1436842,73	410526,495	2257895,72	4105264,95	5952634,17	254251593	28250177	63562898,2	113000708	176563606
72.000	11808	1,07	1,71818618	10000000	1306220,66	373205,904	2052632,47	3732059,04	5411485,61	231278835	25697648,4	57819708,8	102790593	160610302,2
72.000	13032	1,07	1,83845921	10000000	1187473,33	339278,095	1866029,52	3392780,95	4919532,37	210952778	23439197,5	52738194,4	93756790	146494984,4
72.000	14400	1,07	1,96715136	10000000	1079521,21	308434,632	1696390,47	3084346,32	4472302,16	192642142	21404682,4	48160535,5	85618729,7	133779265,2
72.000	15912	1,07	2,10485195	10000000	981382,919	280395,12	1542173,16	2803951,2	4065729,23	175925262	19547251,3	43981315,5	78189005,3	122170320,7
72.000	17568	1,07	2,25219159	10000000	-892166,29	254904,654	1401975,6	2549046,54	3696117,49	160524154	17836017,1	40131038,4	71344068,2	111475106,6
72.000	19368	1,07	2,409845	10000000	811060,263	231731,504	1274523,27	2317315,04	3360106,8	146257273	16250808,1	36564318,3	65003232,5	101567550,7
72.000	21312	1,07	2,57853415	10000000	737327,512	210665,003	1158657,52	2106650,03	3054642,55	133006092	14778454,6	33251522,9	59113818,6	92365341,53
72.000	23400	1,07	2,75903154	10000000	670297,738	191513,639	1053325,02	1915136,39	2776947,77	120691813	13410201,5	30172953,3	53640805,9	83813759,2

